

# Meilensteine im Instrumentenbau

12. Symposium  
zur Vermessungsgeschichte  
10.02.2014

Herausgegeben von Erich Weiß



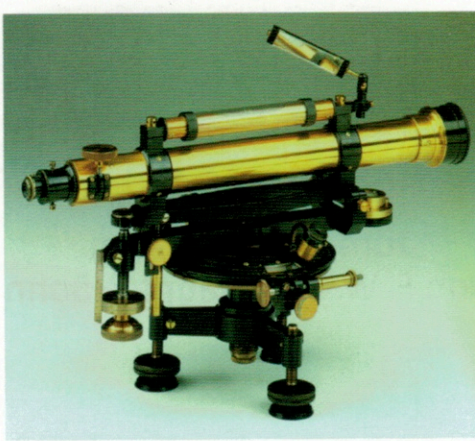
FÖRDERKREIS VERMESSUNGSTECHNISCHES MUSEUM E.V.

Veröffentlichung  
zum 250. Jubiläum  
von F. W. Breithaupt & Sohn



Verfasst nach Archivalien, Biographien  
und Instrumenten im Firmenarchiv und  
der Museumslandschaft Hessen Kassel

von Prof. Dr. Ludolf von Mackensen



Ein Unternehmen, gegründet vor 250 Jahren,  
immer am Standort Kassel geblieben,  
über inzwischen 8 Generationen  
geführt von einer Familie.  
Über alle Generationen wurden  
Präzisionsmessinstrumente  
konstruiert und hergestellt.  
Schließlich ist die Firma stets  
dem einen Ziel verpflichtet gewesen,  
Präzision und Qualität  
für seine Kunden zu schaffen.

Die Veröffentlichung "Genauer als haargenau"  
gibt die Entwicklung dieses besonderen  
Unternehmens im Strom der Zeit wieder und  
zeigt gleichzeitig die technologische  
Entwicklung in der Instrumententechnik auf.  
Dabei zeigt sich, dass Instrumente weit  
genauer gefertigt werden müssen, als eine  
Haaresbreite.

Die ausführliche Unternehmenschronik gibt  
einen Einblick in die bewegte Geschichte der  
Firma, die bereits früh im 19. Jahrhundert  
internationale Märkte erschloss und  
Innovationen über acht Generationen  
hervorbrachte.

Der im Großformat gebundene Bildband  
hat 92 Seiten mit 148 überwiegend farbigen  
Abbildungen und ist für 25,95€ inkl. MwSt. ab  
17.10.2012 erhältlich.  
ISBN 978-3-87816-123-3

Bestellung: F. W. Breithaupt & Sohn,  
Adolfstraße 13, 34121 Kassel;  
Fax: 0561-70012-18;  
E-Mail: [info@breithaupt.de](mailto:info@breithaupt.de)

# Band 41

Schriftenreihe des Förderkreises Vermessungstechnisches Museum

Jahresgabe 2014

**Titelbild Vorderseite:**

**Nivelliergerät mit Libelle**

Abbildung aus der Festschrift anlässlich des 200-jährigen Bestehens der Firma F. W. Breithaupt & Sohn, Kassel 1962

# **Meilensteine im Instrumentenbau**

12. Symposium zur Vermessungsgeschichte in Dortmund  
am 10.02.2014 im Museum für Kunst und Kulturgeschichte

Herausgegeben von Erich Weiß

Veranstalter: Förderkreis Vermessungstechnisches Museum e.V.

**2014**

## IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Erich Weiß  
Förderkreis Vermessungstechnisches Museum e.V.

LAYOUT UND SATZ: Jörg Halberstadt

DRUCK: Koffler DruckManagement GmbH  
TechnologieZentrumDortmund

Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung vorbehalten.

Soweit die Autoren die klassische Rechtschreibung bevorzugen, wurden die Texte nicht auf die reformierte Rechtschreibung umgestellt.

## INHALTSVERZEICHNIS

Geschichtlicher Überblick zu Brander, Reichenbach und Ertl	6
Geschichtlicher Überblick zu Breithaupt und Fennel	22
Geschichtlicher Überblick zu Zeiss und Trimble	32
Geschichtlicher Überblick zu Kern, Wild und Leica	48
Zur Entwicklungsgeschichte des Vermessungskreisels	58
Vitae der Referenten	78
Schriftenreihe Förderkreis Vermessungstechnisches Museum e. V.	81

## Geschichtlicher Überblick zu Brander, Reichenbach und Ertel

Bis weit ins 18. Jahrhundert hinein lag der Schwerpunkt beim Bau wissenschaftlicher Instrumente in England und Frankreich. London und Paris waren Hauptstädte großer Nationalstaaten und Zentren von Handel, Wissenschaft und Industrie. Die Navigation von Schiffen für deren überseeische Aktivitäten verlangte nach Instrumenten für die Positionsbestimmung auf See. Die großen französischen Gradmessungsoperationen zur Bestimmung der Gestalt der Erde benötigten eine hochpräzise Winkelmessung.

In Deutschland wurden im 18. Jahrhundert zwei feinmechanisch-optische Werkstätten begründet. Um 1737 durch Georg Friedrich Brander (\*1713; †1783) in Augsburg und 1762 durch Johann Christian Breithaupt (\*1736; †1800) in Kassel. Über Brander und die weitere Entwicklung im süddeutschen Raum soll im folgenden berichtet werden.

### Georg Friedrich Brander

Nur wenige zeitgenössische Quellen geben über die persönlichen Daten zu Brander Auskunft: v. Stetten (1779) und Veith (1793). Diese Texte sind digitalisiert auch im Internet zu finden.

Georg Friedrich Brander (Abb. 1) wurde am 28. November 1713 (der Tag ist nicht ganz sicher) in Regensburg geboren. Sein Vater war Bürger der Stadt und Großhändler. Da der Sohn das Geschäft übernehmen sollte, begann er eine Lehre als Kaufmann. Schon früh aber zeigte sich sein Interesse an handwerklichem Arbeiten und er schloss Freundschaften mit gelernten Mechanikern. Der Vater schickte ihn nach Nürnberg, zu einem ihm bekannten Geschäftsmann. Aber auch hier nutzte er alle Gelegenheiten, Ingenieure und Mechaniker zu besuchen.



Abb. 1: G. F. Brander

Nach dem Tod des Vaters studierte er ab 1731 drei Jahre an der Universität Nürnberg/Altdorf. Besonders beeindruckte ihn der berühmte Astronom und Mathematiker J. G. Doppelmayr (1671-1750), der auch die Instrumentenbaukunst öffentlich bekannt machte.

1734 übersiedelte Brander nach Augsburg, eine evangelisch geprägte Stadt mit damals ca. 30000 Einwohnern, attraktiver als München. Er fand Freunde, die ihn auch finanziell unterstützten und ihn bewogen, in Augsburg zu bleiben. Unklar ist, wann sich Brander selbständig machte. Im Jahre 1737 gelang ihm jedenfalls der Bau des ersten Spiegelteleskops in Deutschland (Veith, 1779). Seine Spiegel in den Teleskopen, mit bis zu 15 cm Durchmesser, weisen auch



nach 200 Jahren kaum Korrosionsspuren an der Oberfläche auf, was die hohe Qualität der von ihm verwendeten Legierung zeigt.

Am 14. Februar 1754 heiratete er die Bürgerstochter Sabine Barbara Thenn. 1759 kaufte er ein Haus, in dem auch die Werkstatt untergebracht wurde.

Das Resultat seiner Freundschaft mit Tobias Mayer (\*1723 in Marbach, ab 1747 Professor in Göttingen) waren Branders „Glasmikrometer“ (Abb. 2), mit Diamant geritzte feine Maßstäbe auf Glas, die ihm zwischen 1755 und 1761 auf einer speziell von ihm erfundenen Teilmaschine vollkommen gelangen. Diese Maschine wurde die Grundlage seines Unternehmens.

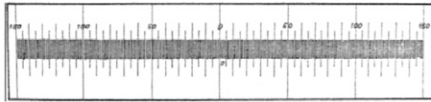


Abb. 2: Branders Glasmikrometer

Diese Glasmikrometer wurden z. B. wie die modernen Fadenkreuze in den Strahlengang der Fernrohre eingebaut. Mit Hilfe einer zum Strahlengang quer gespannten Meßkette war es dann möglich, die Entfernung zum Ziel zu messen (Abb. 3).

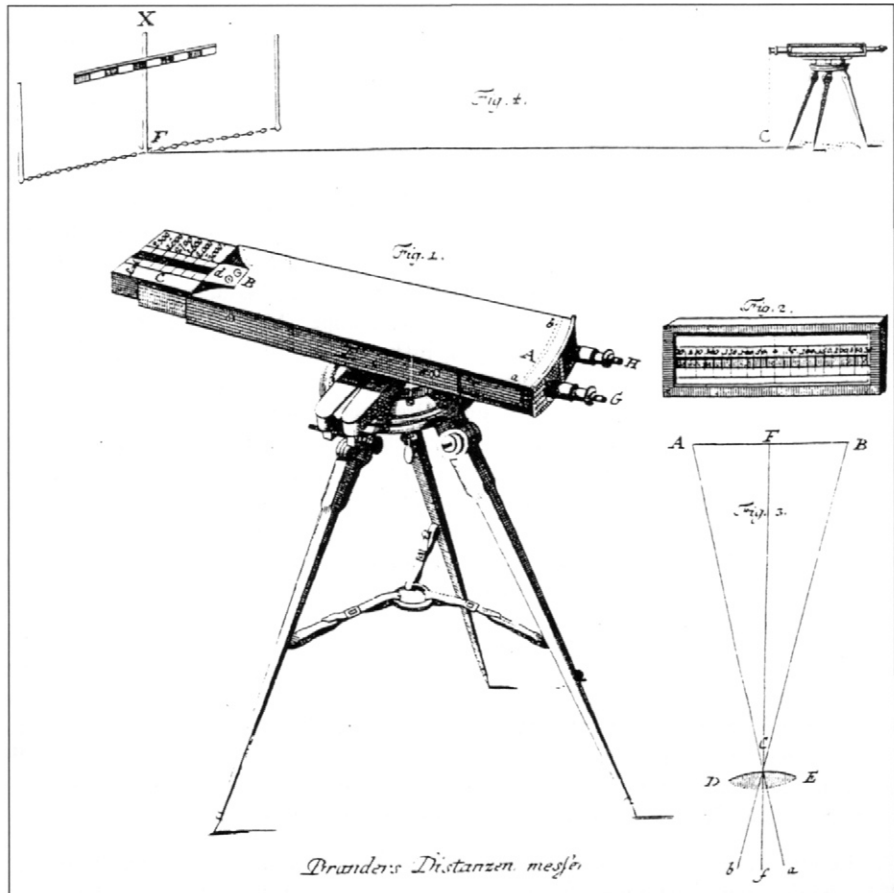


Abb. 3: Branders Distanzenmesser (Brander 1781)

Schon zuvor, im Jahre 1758, war Brander die Konstruktion einer der ältesten Kreisteilmaschinen gelungen, er zögerte aber mit einer Veröffentlichung. Später konnte er für das ‚Patent‘ kein Geld mehr verlangen, weil 1767 Bird durch die Veröffentlichung seiner Methode das Monopol gebrochen hatte.

Maschinen zur Herstellung von linearen Teilungen oder Kreisteilungen hatten und haben schon immer in den Firmen die höchste Geheimhaltungsstufe. So auch schon bei Brander. Im Jahre 1780 verfasste er für Kurfürst Karl-Theodor zu Bayern, die „Aufrichtige Beschreibung der verschiedenen Theilungsmethoden auf Glas und aller dazu gehörigen Werkzeuge“, die aber nicht veröffentlicht wurde. Brander wusste dies vielleicht zu verhindern. Die Handschrift wurde von Friedrich (1920) verwendet, ihr Text ist in Brachner (1983) nachzulesen.

Brander wurde mit seinen Instrumenten in der wissenschaftlichen Welt so bekannt, dass er Berufungen nach Petersburg, Wien und Paris erhielt (Veith, 1793). Die Art der Berufungen ist nicht zu ersehen: auf eine Professur, an eine Akademie oder Werkstätte. Brander aber blieb in Augsburg.

1759 wurde in München die Kurfürstliche Bayerische Akademie gegründet. Brander gehörte zum engeren Kreis der Gründungsmitglieder. Er stattete die Akademie mit seinen Instrumenten aus, lehnte aber ab, seine Werkstätte in die Akademie nach München zu integrieren, „nötigenfalls könnte er die kurze Reise nach München jederzeit unternehmen“.

Nachdem es ihm gelungen war, Glasröhren innen zylindrisch auszuschleifen, baute er 1768 ein Nivellier mit einer Röhrenlibelle, für Vermessungen oder für den Gebrauch in Werkstätten. Diese Nivelliere waren viel genauer und stabiler als die vorher gebräuchlichen Pendelnivelliere. Die Vielfalt seiner Instrumente ist groß: Transporteure, Meßtische, Kippregeln, Theodolite (Scheibeninstrumente genannt), Sextanten, Quadranten und Oktanten, optische Entfernungsmesser, Fernrohre und Teleskope, Mikroskope, Sonnenuhren, meteorologische Instrumente, Deklinatorien, hydrostatische Waagen, Luftpumpen. Das Fertigungsprogramm ist z. B. aus einer Liste zu ersehen, die Höschel, sein Nachfolger, 1783 kurz nach dem Tod Branders verfertigte (Brachner, 1983).

Brander veröffentlichte für viele der von ihm gefertigten Geräte ausführliche Beschreibungen, also Gebrauchsanweisungen (Abb. 4). Sie sind heute ungemein wertvoll bei der Rekonstruktion oder Reparatur seiner Instrumente. In einer dieser Schriften befasste er sich sogar mit der Kunst „... nur mit zwey Zahlen in allen vorkommenden Fällen sicher und leicht zu rechnen“, also dem Rechnen mit Dualzahlen 0 und 1. Ein Verfahren, das 100 Jahre früher von Leibniz bzw. dem Bischof Lobkowitz in Spanien angegeben wurde.

Branders Einfluss im süddeutschen Raum war groß, vor allem auf die feinmechanischen Werkstätten in den großen Klöstern, die in Mathematik, Physik und Astronomie unterrichtet und von Brander Instrumente und Glasmaßstäbe bezogen. Darüber hinaus waren seine Instrumente europaweit begehrt. Sie wurden von Fürstenthöfen, Akademien, Universitäten und Sternwarten bestellt. Außerhalb Deutschlands sind sie heute noch in vielen Sammlungen Englands, Frankreichs, Italiens, der Niederlande, Österreichs, Tschechiens, der Schweiz zu finden (s. Zusammenstellung bei Brachner, 1983).

1779 erhielt er von der Akademie in Kopenhagen für die Lösung einer Preisfrage, „die Konstruktion eines Distanzmessers ohne eine Latte im Zielpunkt“, den ersten Preis, eine Goldmedaille im Wert von 100 Talern.



Abb. 4: Titelblätter einiger Beschreibungen Branders

Am 9. November 1774 heiratete Christoph Caspar Höschel (1744-1820) Branders Tochter Barbara Euphrosinia. Höschel war seit 1760 als „Mechanicus“ in seinem Geschäft. 1775 wurde er Teilhaber, ab da heißt die Firma „Brander & Höschel“. Nach Branders Tod, am 1. April 1783, übernahm er die Firma ganz.

Höschel hatte nicht die Erfindungskraft von Brander, so dass die Firma auf dem Erreichten stehen blieb. Außerdem gewann München mit dem von der Krone geförderten Unternehmen von Reichenbach zunehmend an Bedeutung. Im Augsburger Adressbuch des Jahres 1844 wird Branders Enkel als mechanischer Instrumentenmacher geführt. Dann verliert sich die Spur der Werkstatt.

## Reichenbach, Fraunhofer und Utzschneider

Die französische Revolution und die Ära Napoleon brachten große Umwälzungen. Das Militär verlangte nach einer neuen topographischen Karte für Bayern, die vor allem Straßen enthalten sollte, die die sonst vorzüglichen 200 Jahre alten Landtafeln Apians nicht aufwiesen. Daneben sollte zur Sanierung der zerrütteten Finanzen eine, natürlich nicht geliebte Grundsteuer eingeführt werden.

1801 gründete Kurfürst Maximilian in München das „Topographische Bureau“ mit dem Auftrag, eine topographische Karte im Maßstab 1:50 000 herzustellen, der künftige Topographische Atlas von Bayern. Joseph von Utzschneider, 1799 ins Finanzministerium berufen, regte im selben Jahr die Gründung eines „Bureau de Cadastre“ an, um durch eine Katastervermessung die Grundlage für eine einheitliche Besteuerung von Grund und Boden zu schaffen.

Es ergab sich also der Bedarf nach guten astronomischen und geodätischen Instrumenten. Reichenbach beschrieb später die Situation so (Bauernfeind, 1883, S. 24): „Als ich im Jahre 1796 nach München kam, fand ich dort keine einzige Anstalt zur Verfertigung mathematischer, viel weniger astronomischer Instrumente; alles in diesem Betreffe wurde aus England, geringere Gegenstände aus der Werkstätte des Herrn Brandes in Augsburg



Abb. 5: Georg von Reichenbach

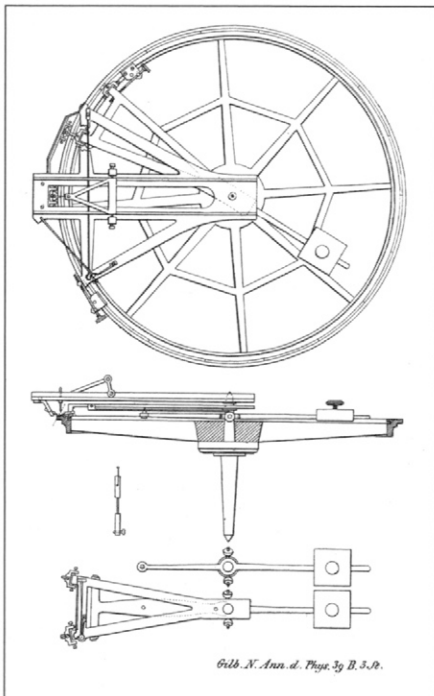


Abb. 6: Reichenbachs Teilmaschine

bezogen. Sogar zur Reparatur mussten selbst kleine mathematische Instrumente nach Augsburg geschickt werden. Der geringe Bedarf einer einzigen Stadt und das so nahe gelegene Etablissement des damals berühmten Herrn Brandes war wohl allein die Ursache, dass München sich damals von Künstlern für mathematische Instrumente so gänzlich entblößt fand; denn an Industrie, Kenntnissen und Geschicklichkeit hätte es hier wohl nicht gefehlt.“

Daher erhielt am 14. Mai 1802 der Artillerie-Hauptmann Georg von Reichenbach (Abb. 5) von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften einen Vorschuss von 600 Gulden „zur Errichtung einer mathematischen Werkstatt“. Reichenbachs Partner war der geschickte Uhrmacher Joseph Liebherr. Von dem neugegründeten Topographischen Bureau erhielt die Firma eine Anzahlung von 1000 Gulden für Messinstrumente für die Geodäsie, Theodolite und Spiegelsextanten, ein starkes Startkapital.

Reichenbach war in München kein Unbekannter. 1771 in Durlach bei Karlsruhe geboren, besuchte er 4 Jahre die Militärschule in Mannheim, fiel durch seine geistigen und manuellen Fähigkeiten auf, so dass ihm Kurfürst Karl Theodor zu Bayern eine zweijährige Studienreise nach England ermöglichte, einem Zentrum der aufstrebenden Industrie. Neben den Dampfmaschinen James Watts waren es auch die großen Werkstätten zur Anfertigung mathematischer Instrumente, die ihn sehr beeindruckten. 1796 wurde er nach München versetzt, erhielt 1800 sogar das Patent eines Hauptmanns der Ouvrierkompagnie, und beschäftigte sich in seiner Freizeit mit der Herstellung einer Kreisteilmachine (Abb. 6), die an Genauigkeit die besten seiner Zeit von Bird, Dollond und Ramsden in England überbieten sollte. 1801 erdachte er, mitten im Krieg in seinem Quartier in Cham, das Prinzip einer solchen Maschine. In seiner mathematischen Werkstatt konnte

er sie 1803 verifizieren. Zwei persönlich geteilte Kreise von 16 und 18 Zoll entsprachen vollkommen seinen Vorstellungen mit der höchsten Winkelgenauigkeit, die es damals in der Welt gab.

Bald musste Reichenbachs Firma erweitert werden, um den vielen Aufträgen nachzukommen. Joseph Utzschneider mit seinen großen Erfahrungen im Management konnte als Teilhaber gewonnen werden. Am 20. August 1804 begründete ein Gesellschaftsvertrag das „*Mathematisch-mechanische Institut von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr*“.

Was fehlte, waren gute reine Glassorten, Kronglas und Flintglas, um die Instrumente mit einer adäquaten, farbfreien Optik auszurüsten. Utzschneider unternahm lange Reisen an Orte, von denen er wusste, dass Optiker vorhanden seien oder Glas für optische Zwecke geschmolzen wurde. 1806 engagierte er den Optiker Pierre Louis Guinand, aus einem Ort in der Nähe von Neuerburg in der Schweiz, und richtete 1807 in Benediktbeuern, in dem säkularisierten Kloster, eine Glasschmelze ein. Der Durchbruch zu qualitativ hochwertigem Glas gelang mit Fraunhofer, der ab 1809 für das Schleifen der Linsen zuständig war. Fraunhofer verbesserte die Schleif- und Poliermaschinen, erfand eine Prüfmethode für die richtige Form der Linsen. Vor allem aber hob er durch systematische, planmäßige Versuche und eine genau kontrollierte Dosierung der Zutaten die Qualität der optischen Gläser auf ein vorher nicht dagewesenes Niveau.

Bleibt noch, einige Daten zu Fraunhofer nachzutragen. Joseph Fraunhofer (Abb. 7) wurde am 6. März 1787 in Straubing geboren. Mit 11 Jahren Waise geworden, wurde er 1799 zu dem Glasermeister Weichselberger in München in die Lehre gegeben. Im Juli 1801 stürzte das Haus, das Weichselberger gemietet hatte, ein. Fraunhofer wurde nach 4 Stunden gerettet. Am Unglücksort waren Utzschneider und auch Kurfürst Maximilian. Von ihm bekam er 8 Karolinen (entsprechend 88 Gulden) und die Zusage seiner väterlichen Protektion. Fraunhofer beendete die Lehre, besuchte nebenbei eine Feiertagsschule (in Bayern gab es 50 Feiertage). 1806 holte ihn Utzschneider in sein optisches Institut, 1809 wurde er Leiter der Werkstatt in Benediktbeuern. rückte in die Geschäftsleitung auf und wurde mit Utzschneider und Reichenbach „Aöcies“ des neu organisierten optischen Instituts, das daraufhin selbständig ist.

Mit den Kreisen Reichenbachs, der Qualität der Fraunhoferschen Optik waren die Grundlagen für eine sehr erfolgreiche Arbeit der Firma gelegt. Ihr Ruf verbreitete sich bald über ganz Europa und es wurden nacheinander die astronomischen Observatorien zu Prag, Warschau, Budapest, Wien, Paris, Uppsala, Dorpat, Kopenhagen, Mailand, Neapel, Turin, Altona, Gotha, Königsberg, Mannheim und München mit Instrumenten (Meridiankreisen, Wiederholungskreisen, Refraktoren) ausgestattet.



Abb. 7: Joseph von Fraunhofer

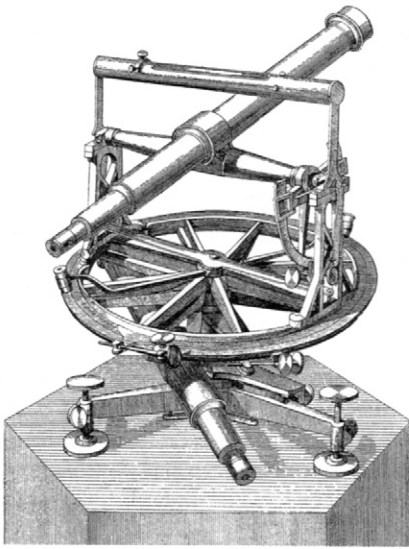


Abb. 8: Reichenbachs terrestrischer Kreis 1804



Abb. 9: Traugott Ertel 1850

Reichenbach reiste meist selbst zu den Observatorien, um die Aufstellung der großen Instrumente zu beaufsichtigen.

Im Jahre 1804 konstruierte Reichenbach einen Repetitionstheodolit mit Versicherungsfernrohr (Abb. 8), der lange Vorbildfunktion hatte und von vielen Mechanikerwerkstätten der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts sinngemäß nachgebaut wurde. Theodolite dieser Art fanden in vielen Haupttriangulationen Anwendung, so z. B. in Bayern, Baden, Kurhessen, Preußen, Schleswig-Holstein.

Gauß verwendete für seine Gradmessungsarbeiten der Jahre 1821 bis 1825 sowie 1828 bis 1843 für die Hannoversche Landesaufnahme einen Theodolit, dessen Horizontalkreis einen Durchmesser von 12 Zoll hatte. Er fand „die Preise“ der Münchner Instrumente übrigens „äusserst mäßig“ (Gauß, 1903).

Die preußische Haupttriangulation benutzte von 1832-1871 einen 15zölligen Repetitionstheodolit von Ertel, der mehrmals umgebaut wurde. Eine Zusammenstellung aller in Preußen gebrauchten Instrumente findet sich bei Matthias (1903). Die lange Dauer des Einsatzes zeigt die Robustheit der Instrumente, aber auch die Sorgfalt ihrer Benutzer.

1806 trat Traugott Ertel (Abb. 9), geb. 1778 bei Freiberg in Sachsen, in die Werkstätte von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr in München ein. Geschult in Budapest und Wien, kam er auf Empfehlung von Professor Arzberger vom k. k. polytechnischen Institut in Wien. Neben fünf anderen wird er 1808 erstmals als Meister erwähnt. 1812 verließ Liebherr das Institut. Er fühlte sich nicht mehr ihrer Entwicklung gewachsen und gründete eine eigene Firma.

Daraufhin wurde Ertel Oberwerkmeister. Liebherr hatte später mit Reichenbach noch Auseinandersetzungen wegen der Prioritätsrechte an der Kreisteilmachine.

Utzschneider und Reichenbach übernahmen neue Aufgaben außerhalb der Firma. Dies hatte letztlich Auswirkungen auf die Organisationsstruktur der beiden Institute. So wurde Utzschneider verantwortlich für den Betrieb der Salinen in Reichenhall, für den Bau

einer Soleleitung von Reichenhall nach Rosenheim, deren Ausführung er Reichenbach übertrug und die 1809 vollendet wurde. Er wirkte entscheidend mit bei der Einrichtung der „Unmittelbaren Steuerkataster-Commission“, er gründete eine Lederfabrik, ein Brauhaus, eine Tuchmanufaktur, eine Essigfabrik, schließlich eine Zuckerfabrik auf der Grundlage von Zuckerrüben. Er kümmerte sich um die Neuordnung der technischen Ausbildung in Bayern und übernahm die Stelle eines ersten Curators der höchsten technischen Bildungsanstalt des Landes, der „Polytechnischen Centralschule“. Am 31. Januar 1840 verstarb er auf Grund eines Treppensturzes in seinem Haus.

Utzschneider überließ daher Reichenbach 1814 das mechanische Institut. Dieser begründete mit Ertel eine neue Anstalt, das „*Mathematisch-mechanische Institut Reichenbach & Ertel*“. Traugott Ertel wurde 1815 Teilhaber und war verantwortlich für die mechanische Fertigung. Reichenbach standen  $\frac{3}{5}$ , Ertel  $\frac{2}{5}$  am Eigentum und am Ergebnis zu.

Reichenbach wiederum wurde zum Salinenrat berufen und 1811 zum Oberst-Berg- und Salinenrat ernannt. Er baute Brunnenwerke und Röhrenleitungen, z. B. für das Allgemeine Krankenhaus in München und den Botanischen Garten, er leitete 1815 die Arbeiten zur Austrocknung von Sümpfen im Pinzgau und wurde 1820 zum Direktor des Zentralbureaus für Straßen- und Wasserbau ernannt. 1821 erhielt er vom Kaiser von Österreich den Auftrag zur Herstellung einer Kanonenbohrerei in Wien. Die notwendigen Maschinen wurden in seiner Werkstätte in München angefertigt, er selbst überwachte ihre Aufstellung in einem prachtvollen Neubau in Wien (Bauernfeind, 1883).

Daher übergab er im Jahr 1821 auch seine Anteile am mathematisch-mechanischen Institut an Traugott Ertel, der damit Alleininhaber wurde. In den Astronomischen Nachrichten 1824 veröffentlichte Ertel eine beeindruckende Zusammenstellung derjenigen Instrumente, die bei ihm gefertigt werden, mit dem Hinweis, dass alle Objektive, Okulare und Libellen aus dem „optischen Institut (Utzschneider und Fraunhofer)“ stammen.

1824 erlitt Reichenbach ein erster Schlaganfall, ein weiterer Schlaganfall machte am 21. Mai 1826 seinem Leben ein Ende.

## Fraunhofer und das optische Institut

Betrachten wir zunächst die Entwicklung des optischen Instituts mit Fraunhofer, Reichenbach und Utzschneider.

1814 verließ Guinand aus optische Institut in Benediktbeuren und ging in die Schweiz zurück. Aber auch Reichenbach schied aus und Fraunhofer wurde alleiniger Leiter. Utzschneider blieb dem optischen Institut verbunden. 1819 wurde es von Benediktbeuren nach München zurückverlegt.

Als Leiter der Instituts erwarb sich Fraunhofer große Verdienste in der Entwicklung der praktischen Optik und es gelang ihm eine außergewöhnliche Vervollkommnung der achromatischen Fernrohre. Ab 1817 erschienen wissenschaftliche Veröffentlichungen über die Brechzahlen verschiedener Glasarten, über die Beugung und die Spektralzerlegung des Sonnenlichts, über die Erfindung eines optischen Gitters. Er fand im kontinuierlichen Spektrum des Sonnenlichts charakteristische dunkle Linien, die später so genannten Fraunhoferschen Linien. 1817 wurde er, gegen manchen Widerstand, „correspondierendes“ Mitglied der königlich-bayerischen Akademie, 1821 „besuchendes Mitglied“ und 1823 Professor und zweiter Konservator der „mathematisch-physikalischen Sammlung bey

der Akademie der Wissenschaften“. Neben vielen weiteren Ehrungen erhielt er 1824 den Civilverdienstorden der bayerischen Krone und wurde in den persönlichen Adelsstand erhoben. Als Joseph von Fraunhofer ist er der zweite Ehrenbürger der Stadt München.

Nach einem achtmonatigem Krankenlager verstarb er am 7. Juni 1826 mit nur 39 Jahren an Lungentuberkulose.

Bis zu seinem Ende kümmerte er sich um sein Institut. Fraunhofer hätte gerne Friedrich August Pauli (1802-1883) als Nachfolger gehabt, seinen Schüler und seinen Assistenten. Das Institut sollte in Staatsbesitz übergehen und Pauli sein Leiter werden. Pauli aber lehnte ein entsprechendes Angebot des Finanzministeriums ab, kehrte zurück nach Speyer und förderte später in München Bauernfeind.

Daher wurde 1826, nach Fraunhofers Tod, Georg Merz (1793-1867) Leiter des Instituts. Merz war seit 1808 Arbeiter, seit 1818 Werkführer. Zusammen mit seinem Mechaniker Franz Joseph Mahler (1795-1845) wurde er 1838 Teilhaber der Firma. Im Jahre darauf kauften Merz und Mahler die Anteile von Utzschneider. Im Jahr 1847 wurde Merz alleiniger Inhaber und seine Söhne Ludwig und Sigmund Teilhaber. 1871 hatte das Unternehmen 63 Beschäftigte und signierte „*G. & S. Merz (vormals Utzschneider & Fraunhofer) in München*“.

Das Wissen um die Herstellung achromatischer Linsenkombination blieb in der Firma und diese war noch über die Mitte des 19. Jhs. führend im Bau großer Refraktoren für die Sternwarten Europas (Zusammenstellung s. Hartl, 1986).

Die Wende kam, als es Carl August Steinheil zusammen mit Jean Bernard Léon Foucault in München gelang, Glasoberflächen mit Hilfe einer dünnen Silberschicht zu verspiegeln. Damit war der Weg frei für große Spiegelteleskope, die in der Folge die Refraktoren als leistungsfähigste astronomische Instrumente ablösten. Die spätere Firma „*Optisch-astronomische Anstalt C. A. Steinheil & Söhne*“ war führend auch im Bau von Objektiven und existierte unter wechselndem Namen bis 1995. Inhaber der Namensrechte ist heute die Firma Jenoptik.

Die Firma Merz verlor an Bedeutung. Bis 1883 leitete sie Sigmund Merz allein, dann übernahm sie sein Vetter Jacob Merz (1833-1906). 1903 wurde die traditionsreiche Firma an Paul Tschokke (1853-1932) verkauft.

## Die Firma Ertel

Kehren wir zurück zum „*Mathematisch-mechanischen Institut Reichenbach & Ertel*“.



Abb. 10: Ertelsche Fabrik 1825-1915

Nachdem die bisherige Produktionsstätte zu klein geworden war, stellte T. Ertel 1825 in der Luisenstraße 27, Ecke Karlstraße ein neues Gebäude fertig, das der Firma bis 1915 diente (Abb. 10).

1834 wurde Traugotts Sohn Georg (1813-1863) Teilhaber der Firma. Ihr Name lautete ab da: „*T. Ertel & Sohn, Reichenbach'sches Mathematisch Mechanisches Institut*“.

1858, nach dem Tod von Traugott Ertel



übernahm Georg Ertel die Firma, nach dessen frühem Tod sein Bruder Gustav und später dessen Sohn Georg. Beide waren keine Fachleute, fanden allerdings in August Diez (1848-1920) einen Fachmann und Unternehmer. Diez (Abb. 11) hatte bei Ertel seine Lehrzeit absolviert und war danach in die Schweiz gegangen, um sich weiter zu bilden. 1870 kehrte er zu Ertel zurück und leitete ab 1876 die Firma allein. 1890 erwarb er die Firma käuflich. Eine Enkelin Traugott Ertels war seine Frau. Seine Tochter heiratete Geheimrat M. Näbauer, Geodäsieprofessor in Karlsruhe und München.



Abb. 11: August Diez

Diez verbesserte die vorhandenen Instrumente und konstruierte neue (Abb. 12 u. 13). Vor allem leitete er den Wechsel von der Einzelproduktion zur Serienproduktion ein. Mit Bauernfeind, Professor für Geodäsie und erstem Direktor der Technischen Hochschule in München, bestand eine fruchtbare Zusammenarbeit. Für die Firma begann eine Blütezeit. Große Ausrüstungen wurden nach Nashville, Warschau, Lemberg und Italien geliefert, Goldmedaillen bei den großen Industrieausstellungen in Nürnberg (1882), Amsterdam (1883) und Paris (1900) erhalten.

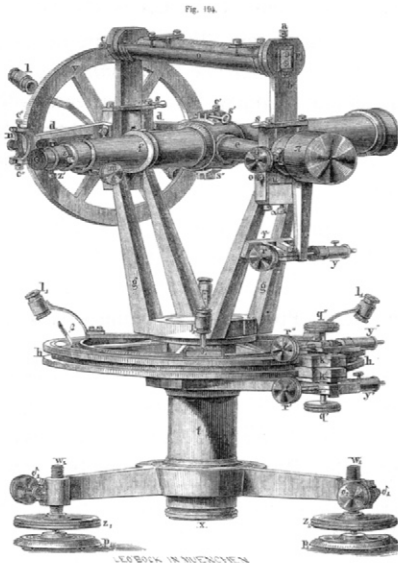


Abb. 12: Ertels zentraler Repetitionstheodolit

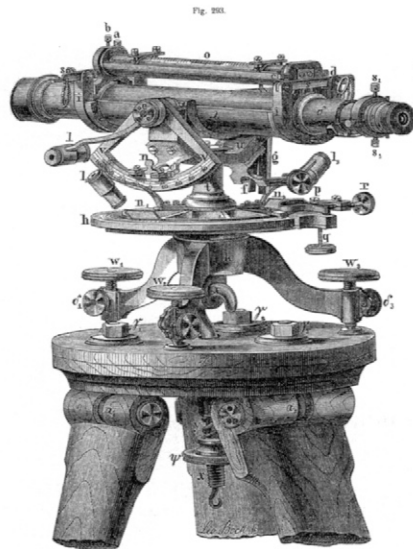


Abb. 13: Ertels großer Nivellier



Abb. 14: Walter Preyß

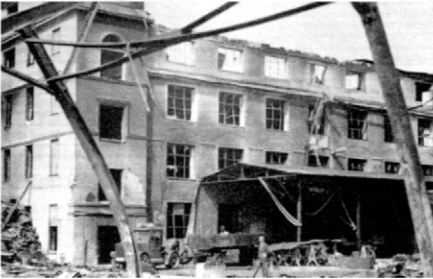


Abb. 15: zerstörtes Fabrikgebäude im April 1944



Abb. 16: Carl R. Preyß

1911 wurde Julius Rinnebach Teilhaber der Firma. Sie wurde in eine G.m.b.H. umgewandelt: „T. Ertel & Sohn G.m.b.H., mathematisch-mechanisches Institut für geodätische und militärwissenschaftliche Instrumente“. Das Fertigungsprogramm erstreckte sich nun auch auf Filmkameras und -projektoren, auf Sicherheitsschlösser und nichtzivile Geräte. 1915 wurden für die zeitweise 600 Mitarbeiter neue Gebäude notwendig. Im Münchner Westend, in der Barthstraße 8/Westendstr. 160, konnten sie gefunden werden.

Im Jahr 1921 wurde sie in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, die „Ertel-Werke A. G. für Feinmechanik“. Vorstand wurde Dipl.-Ing. Walter Preyß (1879-1942). Preyß (Abb. 14) konzentrierte sich auf das angestammte Fertigungsprogramm, die geodätischen Instrumente, musste allerdings die astronomischen Instrumente aus dem Programm nehmen. Seinen gedruckten Instrumenten in Leichtbauweise wurden zuerst Bedenken entgegen gebracht, aber die Vorteile für die Fertigung und die Praxis waren unübersehbar.

1935 waren alle Aktien bei W. Preyß. Die Firma wurde ein Familienunternehmen, ihr Name „Ertel-Werk für Feinmechanik“, der bis zuletzt blieb. Die Firma war, neben vier anderen, auch an der Produktion der Verschlüsselungsmaschine ENIGMA beteiligt.

Am 25. April 1944 wurde das Werk vollständig zerstört (Abb. 15). Nach dem Krieg, 1945, übernahm Carl R. Preyß (Abb. 16), der Sohn von Walter Preyß, mit 16 Mitarbeitern den Neuaufbau. Sehr mühsam konnten wieder Kleintheodolite und Nivelliere produziert werden. 1957 fand man in Puchheim, im Westen von München, ein Gebäude, das den räumlichen Provisorien ein Ende bereitete.

Die Firma war bei den ersten, die selbsteinwägende Nivelliere entwickelten, mit Kompensatoren auf der Grundlage eines astatisierten Stehfederpendels. Preyß hat

darüber mehrfach berichtet (Preyß, 1959, Preyß, 1966). So entstanden z. B. das BNA (Abb. 17), ein automatisches Baunivellier, und das INA, ein automatisches Ingenieurnivellier, zusätzlich ausgerüstet mit einem Planplattenmikrometer für Feinnivellements (Abb. 18).

Zusammen mit der Grundig GmbH. wurde 1964 der Grundtyp des elektromagnetischen Entfernungsmessers DISTAMETER vorgestellt, mit einer Trägerwelle von 3 cm und einem Meßbereich von 50 m bis 100 km. Hrdlitschka (1967) und Reigber (1967) berichteten über umfangreiche erfolgreiche Erprobungsmessungen. Später folgte noch das DISTAMETER 8, das 8 mm Trägerwellen benutzte.

Am Geodätentag 1970 in Nürnberg kündigte die Firma die Konstruktion eines elektro-optischen Entfernungsmessers Opdodist an, eines Streckenmessers mit Luminiszenzdiode für den Bereich bis 2 km, mit dem durch wenige Einstellungen Entfernungen auf Zentimeter ablesbar seien (Richter, 1970). Er sollte Form und Größe eines Theodolits haben und wahlweise auf Zeiss- oder Wildzwangszentrierung passen.

1983 wurde noch ein Patent für ein Winkelmessinstrument eingereicht und erteilt. Im selben Jahr aber stellte die Firma ihre Produktion ein. Die Nachfolge übernahm die Firma AMI-Elektronik in Puchheim, deren Produktion auf die Herstellung von inkrementalen Drehgebern konzentriert ist.

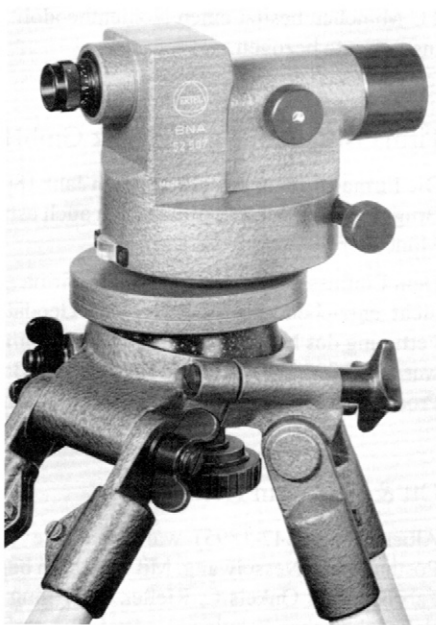


Abb. 17: Baunivellier BNA

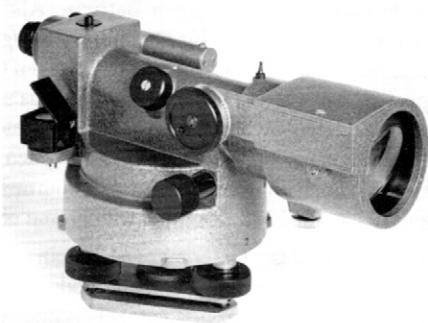


Abb. 18: Automatisches Ingenieurnivellier INA

## Weitere Firmen im bayerischen Raum

Einige Firmen in München und im bayerischen Raum sollen hier noch im Folgenden kurz genannt werden.

### C. Stollnreuther & Sohn

Stollnreuther wurde von J. Liebherr an der Polytechnischen Schule ausgebildet. Bis 1844 war er bei Merz and Mahler beschäftigt. Nach 1880, dem Eintrittsjahr seines Sohnes Alois, firmierte die Firma unter „C. Stollnreuther & Sohn“. Das Geodätische Institut der

TU München besitzt einen Nonientheodolit und hat über diese Firma die verschiedensten Instrumente bezogen.

## Firma Brugger Feinmechanik GmbH

Die Firma Brugger besteht seit dem Jahr 1860 und ist noch heute ein Familienbetrieb. Otto Brugger stellte neben geodätischen auch astronomische Instrumente her, die er z. B. an die Münchner Sternwarte verkaufte.

Dem Einfluss der großen Konkurrenzfirma „Ertel & Sohn“ konnte sich die kleine Werkstatt nicht entziehen. Ein Nivellier des Geodätischen Instituts könnte genauso gut aus der Fertigung des Nachbarunternehmens stammen, das nur einige Straßenzüge weiter ansässig war. Um 1890 gab die Firma Brugger den Bau von Vermessungsgeräten auf. Heute gilt ihre Produktion Prüfgeräten bei der Qualitätskontrolle in der Verpackungsindustrie.

## Ott & Coradi in Kempten

Albert Ott (1847-1895) war das dritte von elf Kindern eines Brauereibesitzers und Posthalters in Nesselwang. Mit 16 Jahren begann er eine vierjährige Lehre in der Reißzeug-Fabrik seines Onkels C. Riefler. 1867 ging er nach München, wo er ein Jahr lang an der Polytechnischen Schule unter Prof. Bauernfeind lernte. Die folgenden zwei Jahre arbeitete er bei Ertel & Sohn, um dann für einige Zeit zu Starke & Kammerer nach Wien zu wechseln. Nach weiteren Stationen der Ausbildung, u. a. bei Max Hildebrand, entschloss er sich 1873 zur Gründung eines eigenen Betriebs. Als Standort wählte der heimatliebende Allgäuer Kempten, obwohl hier für geodätische Instrumente kein Bedarf war. Der Verkauf und die Reparatur von Nähmaschinen ermöglichten Ott ein wirtschaftliches Überleben. Erst als sein späterer Schwager G. Coradi, den Ott aus seiner Wiener Zeit kannte, 1874 nach Kempten kam, ging es mit der Firma aufwärts. Unter dem Namen „*Ott & Coradi*“ konstruierte man anfangs Planimeter und Pantographen, danach auch Theodolite und Nivelliere. Auf Ausstellungen in London und Melbourne wurden erste Lorbeeren errungen. Trotzdem verließ Coradi 1880 Kempten wieder und eröffnete in Zürich eine eigene Werkstatt.

Ott führte das Unternehmen allein weiter. Er unterschied sich von weniger experimentierfreudigen Kollegen dadurch, dass er stets bereit war, neue Einfälle in die Tat umzusetzen. Darüber vernachlässigte er den Wunsch der Kunden, mit gewohnten Gerät zu arbeiten. Hinzu kam die übermächtige Konkurrenz aus München und so geriet er mit seinen Vermessungsinstrumenten bald in Absatzschwierigkeiten. Andererseits verkauften sich Planimeter und Pantographen recht gut und er hatte zunehmend Erfolg mit hydrometrischen Apparaten. Seine Söhne, die den Betrieb nach dem Tod des Vaters übernommen hatten, gaben deshalb 1907 die Herstellung von Theodoliten und Nivellieren ganz auf. Heute ist die Firma Ott Messtechnik einer der größten Hersteller kompletter hydrometrischer Systeme.

## M. Sendtner, München

Gegründet 1879, widmete sich die Firma der Herstellung von astronomischen, geodätischen und registrierenden Instrumenten. Sie wurde 1882 beauftragt, die Montierung des

großen Refraktors der Münchner Sternwarte umzubauen. Die gelungene Arbeit hatte die Ausführung von 12 großen parallaktischen Montierungen zur Folge. Für Oskar v. Miller, also für das Deutsche Museum, baute Sendtner zwei große mechanische Planetarien (Glaskugeln mit 1,5 m Durchmesser). Nivelliere und Theodolite, auch in Aluminium für leichteren Transport, waren im Programm, dazu Instrumente für Forstvermessungen. Spezialität waren Registrierapparate für Thermometer, Barometer, Hygrometer und Anemometer.

## Georg Killi, München

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts hatte G. Killi seine Werkstatt in einem Seitengebäude des Ertelschen Betriebs. Offensichtlich hat er mit seinem Nachbarn eng zusammen gearbeitet, möglicherweise war er auch Angestellter der Firma. Nach dem 1. Weltkrieg zog Killi innerhalb Münchens um. Spätestens zu diesem Zeitpunkt war Killi selbstständig, wie die Signatur „G. Killi, München“ auf einem seiner Nivelliere des Geodätischen Instituts beweist.

## Schlussbemerkungen

Die Gründung einer leistungsstarken „optischen Abteilung“, mit Fraunhofer, im „mathematisch-mechanischen Institut“, mit Reichenbach, hätte die Initialzündung für eine große optische Industrie in München werden können, wie dies vielfach in der Literatur zu lesen ist. Leider haben sich die beiden Institutionen getrennt, obwohl sie noch lange, optisch/mechanisch, zusammen für dieselben Projekte gearbeitet haben.

Die drei Männer der Gründungszeit waren sehr verschieden. Reichenbach, „der Mann der That, der Erfindung und Erfahrung“, Fraunhofer „der Mann der stillen Forschung und unermüdlichen Arbeit“ (Repsold, 1908) und „gewiß ganz frei von Charlatanerie und Prahlerei“ (Gauss an Bessel, 1816) und Utzschneider, „der findige Geschäftsmann“ (Repsold, 1908). Eigentlich eine hervorragende Konstellation für ein erfolgreiches Team, wenn auch ihr Verhältnis untereinander absolut nicht spannungsfrei war. Sehr tragisch war das frühe Ableben von Reichenbach und von Fraunhofer sowie das Fehlen einer Nachfolge, die das gesamte Gebiet der optischen Instrumente in wissenschaftlicher und technischer Beziehung hätte bearbeiten können.

Bemerkenswert ist die große Zahl hervorragender kleinerer Werkstätten in der vorindustriellen Zeit, in der jedes Instrument aus einer Handfertigung stammte. Diese Firmen konnten dann nicht mehr mithalten, als die Investitionen für eine serielle Fertigung ihre finanziellen oder auch sonstigen Kapazitäten überstiegen.

Viele der betrachteten Firmen hatten ein Alleinstellungsmerkmal, das sie berühmt machte und ihren Erfolg begründete: Brander seine Glasteilungen, Reichenbach seine Teilkreise, Fraunhofer optische Gläser, Steinheil verspiegelte Gläser. Letztlich wurden sie von Neuentwicklungen, von neuen Technologien überholt. Ganz deutlich ist dies später im 20. Jahrhundert zu sehen mit dem Einzug der Elektronik in Optik und Mechanik.

Beschäftigt man sich mit der Geschichte dieser Firmen und ihrer Instrumente, so kann man nur den Erfindungsreichtum und die Arbeitskraft ihrer Erbauer bestaunen, und ihre Leistungen auf feinmechanischem und optischem Gebiet bewundern.

## Quellen:

- AMBRONN, L.: Der zwölfzöllige Theodolith, welchen Gauss bei seinen Messungen zur hannoverschen Triangulation in den Jahren 1822 und 1823 benutzt hat. ZfV 29 (1900), S. 177-180.
- BAUERNFEIND, C. M. v.: Joseph von Utzschneider und seine Leistungen auf staats- und volkswirtschaftlichem Gebiet. Akademische Buchdruckerei von F. Straub, München 1880.
- BAUERNFEIND, C. M. v.: Georg von Reichenbach und seine Leistungen auf den Gebieten der Mechanik und des Ingenieurwesens. Franz'sche Hof- Buch- und Kunsthandlung, München 1883.
- BRACHNER, A. (Hrsg.): Ausstellung G. F. Brander 1713-1783, Wissenschaftliche Instrumente aus seiner Werkstatt. München: Dt. Museum, 1983.
- BRANDER, G. F.: Arithmetica Binaria sive Dyadica das ist die Kunst nur mit zwey Zahlen in allen vorkommenden Fällen sicher und leicht zu rechnen. Augsburg 1767.
- ENGELSBERGER, M.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Theodolits. DGK, Reihe C, Heft 134, München 1969.
- ERTEL, T.: Verzeichniß derjenigen Instrumente, welche in dem mathematisch-mechanischen Institut (von Reichenbach und Ertel in München) um nachstehende Preise verfertigt werden. Astron. Nachrichten 1824, Nr. 68, S. 373-376.
- FRIEDRICH, C.: Georg Friedrich Brander und sein Werk. Selbstverlag des Verfassers, München 1919.
- GAUSS, C. F., Bessel, F. W.: Briefwechsel zwischen Gauss und Bessel. Verlag Engelmann, Leipzig 1880, S. 240.
- GAUSS, C. F.: Über die bei der Landesvermessung erforderlichen Instrumente. Werke, Band IX, Teubner 1903, S. 487-489.
- HARTL, G.: Der Refraktor der Sternwarte in Pulkowa - eine traurige Geschichte. Kultur & Technik 10/1986, S. 18-29.
- HARTL, G.: Der Himmel auf Erden. Das Projektionsplanetarium im Deutschen Museum. Kultur & Technik 4/1987, S. 198-206.
- HRDLITSCHKA, E.: Erprobungsmessungen mit dem ERTEL-GRUNDIG-DISTAMETER. AVN 74 (1967), S. 289-296.
- MATTHIAS: Die Hauptdreiecke der Königlich Preussischen. Landes-Triangulation. ZfV 32 (1903), S. 2ff.
- N. N.: Kurze Geschichte der Firma A. Ott. Kempten 1928.
- PREYSS, C. R.: Joseph von Fraunhofer, Physiker - Industriepionier. Preyß Verlag, 2. veränderte Auflage, München 2008.
- PREYSS, C. R.: Von Reichenbachs Werkstatt zum Ertel-Werk für Feinmechanik 1802-1962. Ertel-Werk für Feinmechanik, München 1962.
- PREYSS, C. R.: Weiterentwicklungen an den selbsteinwägenden Ertel-Nivellieren mit Federpendel. in: V. Intern. Kurs f. geod. Streckenmessung 1965 in Zürich. DGK Reihe B, Heft 123, München 1966.
- REPSOLD, J. A.: Zur Geschichte der astronomischen Meßwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach 1450 bis 1830. Leipzig 1908.

- REIGBER, CH.: Das Elektromagnetische Streckenmeßgerät Distameter.  
AVN 74 (1967), S. 281-288.
- RICHTER, E.: Die Fachfirmenausstellung anlässlich des 54. Deutschen Geodätagentages  
in Nürnberg. Der Vermessungsingenieur 1970, S. 20-27, 58-63.
- STETTEN, P. v.: Kunst-, Gewerb- und Handwerks-Geschichte der Reichs-Stadt  
Augsburg. Augsburg 1779, S. 177-182 und Augsburg 1788, S. 59-62.
- VEITH, F. A.: Bibliotheca Augustana, Alphabetum X, 1793 S. 8 - 14;  
1796 Alph. XII, S. 185-186.
- VOIT, E.: Feinmechanik in Bayern. in: Darstellung aus der Geschichte der Technik  
der Industrie und Landwirtschaft in Bayern. München, Berlin,  
R. Oldenbourg, 1906, S. 169-195.

## Instrumentenhersteller aus Kassel mit Weltgeltung

### Geschichtlicher Überblick zu Breithaupt und Fennel

#### 1. Kassel als bedeutender Standort für den Instrumentenbau

Ein erster Blick auf die bedeutenden Instrumentenhersteller des 18. und 19. Jahrhunderts offenbart die erstaunliche Erkenntnis, dass neben Metropolen wie London, Paris, Berlin, Hamburg, München und Wien die vergleichsweise kleine Stadt Kassel als Standort der zu jener Zeit bedeutsamsten Instrumentenbauer zu sehen ist. Daher soll zunächst kurz auf den Standort Kassel eingegangen und eine kurze Übersicht für die Gründe des Erfolges der Manufakturen aus jener Stadt gegeben werden.

Kassel war über Jahrhunderte Residenzstadt, die von den herrschenden Landgrafen geprägt wurde. Mit Wilhelm IV. von Hessen-Kassel fand Kassel als Standort des Instrumentenbaus seinen Anfang. Er war von 1567 bis 1592 erster Landgraf und Begründer der Linie Hessen-Kassel. Wilhelm war ein großer Förderer der Naturwissenschaften und selbst ein kompetenter und angesehener Astronom. So war er Schüler von Rumhold Mercator, dem Sohn von Gerhard Mercator. Er ließ in Kassel um 1560 die erste fest eingerichtete neuzeitliche Sternwarte Mitteleuropas errichten (zum Vergleich: Paris 1667, Greenwich 1675) und stattete sie mit modernsten Instrumenten aus. Wissenschaftler wie Tycho Brahe und Jost Bürgi forschten in Kassel. Wilhelm IV. baute eine Sammlung wertvoller Uhren und wissenschaftlicher Instrumente aller Art auf. Diese bilden noch heute den Kern der landgräflichen Sammlung im Astronomisch-Physikalischen Kabinett in der Orangerie. Seine Nachfolger, insbesondere unter Landgraf Karl (1654-1730), erweiterten die Sammlung. Ebenfalls von Karl gegründet, entstand ab 1709 das Collegium Carolinum als Akademie der Wissenschaften, deren Studenten und Professoren die landgräfliche Sammlung nutzen durften. Das Interesse des Landgrafen Friedrich II., der von 1760 bis 1785 regierte, an der Astronomie war eine Triebfeder für die Gründung der Firma F. W. Breithaupt & Sohn. Friedrich II. siedelte Industrie und Manufakturen in Hessen an und holte Künstler und Gelehrte nach Kassel.

Ein weiterer Standortfaktor neben den lokalen Kunden war die Verfügbarkeit qualitativ hochwertigen Materials. Der bis heute erhaltene Messinghof in Kassel bildete bereits ab dem 17. Jahrhundert mit seinem Material die Basis für die Instrumentenbauer jener Zeit. Schließlich war die bis heute relevante Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter ebenfalls ein Standortfaktor. Da mancher Mitarbeiter sich mit eigener Werkstatt selbständig machte, kam es zu mehr Wettbewerb aber auch zum Ausbau Kassels als eines der Zentren der Feinmechanik-Optik jener Zeit.

Im Laufe der Geschichte gründeten sich viele Werkstätten in Kassel, von denen etliche Weltgeltung in ihrem Bereich erlangten. In der Feinmechanik-Optik seien neben den Firmen F. W. Breithaupt & Sohn und Fennel auch Hersteller von Ferngläsern und Fernrohren wie Hertel & Reuss, Beck und Söhne und Wöhler sowie A. und R. Hahn (militärische Entfernungsmesser) genannt.



## 2. Entstehung und Geschichte der Firma Breithaupt

### 2.1. Firmengründung und grundlegende erste Schritte im 18. Jahrhundert

Der Firmengründer, Johann Christian Breithaupt (1736-1799), kam im Laufe seiner Lehrzeit 1757 in die mechanisch-physikalisch-optische Werkstatt Prof. Johann Gottlieb Stegmanns, dem damaligen Hauptlieferanten wissenschaftlicher Instrumente für das Collegium Carolinum. Breithaupt gründete 1762 seine eigene Werkstatt und belieferte ebenfalls den landgräflichen Hof mit einer Vielzahl unterschiedlicher Instrumente. Das Portfolio erstreckte sich von astronomischen, über medizinische, mathematische bis zu geodätischen Instrumenten, wobei erstere den Schwerpunkt bildeten. Bereits 1767 wurde er zum Hofmechanikus ernannt. Aus seiner Generation wird im vierten Teil des Artikels der Mauerquadrant von 1785 vorgestellt. Ein weiteres heute noch erhaltenes Instrument ist der Distanzmesser nach Kleinschmidt von 1770.

### 2.2. Der Weg in die Geodäsie und die Internationalisierung im 19. Jahrhundert

In der zweiten Generation wirkten Heinrich Carl Wilhelm Breithaupt (1775-1856) und Friedrich Wilhelm Breithaupt (1780-1855), nach dem die Firma bis heute ihren Namen trägt. Die Brüder führten mit ihren Entwicklungen von Instrumenten für das Markscheidewesen, der Weiterentwicklung von Theodoliten und Nivellieren und der Herstellung von Sonderinstrumenten wie dem Heliotrop für Dr. C.F. Gauss (vgl. Teil 4) die Firma zu breiter Bekanntheit. Sie schufen damit die Grundlage für die weiteren Generationen.

Die Basis für den Aufschwung bildete die bis heute in Kassel zu besichtigende Kreisteilmaschine (Abb. 1), die über die präzise Übertragung der Teilung des großen Mutterkreises auf kleinere Kreise die industrielle Produktion präziser Kreise für die Vermessungsinstrumente eröffnete. Diese Kreisteilmaschine war nach Meyers Konversationslexikon von 1893 „die erste vorzügliche große Kreisteilmaschine in Deutschland“. Exemplarisch für die vielen Innovationen in jenen Jahren sei die Planglasabdeckung von Teilkreisen und Nonien genannt. Die Preisverzeichnisse jener Zeit gleichen wissenschaftlichen Journalen und beinhalten hochwertige Kupferstiche der Instrumente, sodass auch weit entfernte Kunden alle relevanten Informationen zu den Instrumenten erlangen konnten. Bezeichnend sind die vielfältigen Kontakte zu Wissenschaftlern jener Zeit wie Gerling, Gauss, Hunäus und Schneitler. In Teil 4 werden das Steckhülensystem und der Heliotrop exemplarisch vertieft.



Abb. 1: Kreisteilmaschine Breithaupt 1818

Georg Breithaupt (1806-1888) baute das von der zweiten Generation begonnene Instrumentenangebot aus und erreichte die Internationalisierung. Die erhaltenen Fabriknummernbücher der Firma zeigen, wie schnell die Instrumente ihren guten Ruf in den internationalen Märkten erlangten. Auch die aufkommenden Eisenbahnen bildeten einen zusätzlichen Markt. Große Lieferungen von Kippregeln und Messtischausrüstungen an Preußen belegten die Aktivitäten der Zeit. Die ebenfalls von Georg Breithaupt entwickelte und gebaute Längenteilmachine machte ab 1850 die Lieferung hunderter Normalmeter und Doppelmeter möglich. Gründer anderer feinmechanischer Unternehmen wie Otto Fennel (1841-1848, s. u.), Rudolf Winkel (1848, später Zeiss Winkel, Göttingen), J. C. Dennert (1855-1857, später Dennert & Pape, Hamburg) lernten und arbeiteten bei Breithaupt. In der vierten Generation folgten Friedrich Wilhelm Breithaupt (1840-1907) und Dr. h.c. Wilhelm Breithaupt (1841-1931), die beide vor dem Einstieg in das Unternehmen akademische Ausbildungen erhielten. Fortschritte in der Produktion erhöhten die Genauigkeit der Teilkreise. Neben astronomischen, markscheiderischen und topographischen Instrumenten wurde das Breithaupt-Seibt-Nivellier I. Ordnung und der Puller-Breithaupt-Kreistachymeter konstruiert.

### 2.3. Digitalisierung und der Übergang auf die Spezialisierung im 20. Jahrhundert

Dr. Georg Breithaupt (1873-1957) zog mit dem Unternehmen aus der engen Innenstadt auf das heutige Gelände und modernisierte die Fertigung. Von Talsperrenmessinstrumenten, einem Phototheodolit, Steilschachttheodoliten, Doppelbildtachymetern mit Prismenaufsatz, Geologen- und Markscheidekompassen, einem mit den Professoren Schuler und Lehmann entwickelten Kreiselschachttheodolit bis zu Universalinstrumenten (Abb. 2) für die Triangulation

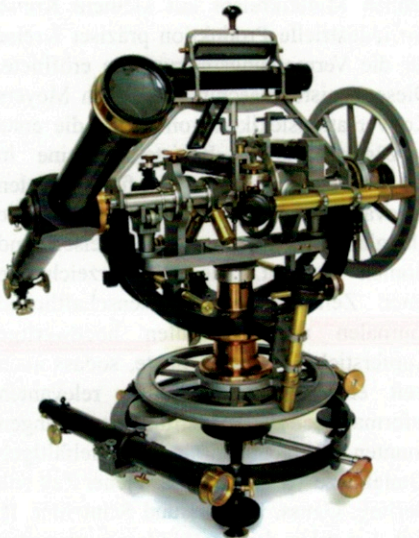


Abb. 2: Universalinstrument Breithaupt & Sohn 1928

I. Ordnung (mittlerer Fehler  $\pm 0,18''$ ) reichte das umfangreiche Fertigungsprogramm.

Friedrich Breithaupt (1907-1967) setzte dieses Fertigungsprogramm fort und verbesserte den Teilungsfehler der Universalinstrumente auf  $\pm 0,13''$ . Mit Heckmann entwickelte man ein Feinnivellier mit Planplatte im Okular. Die Umstellung auf Theodolite mit Glaskreisen fiel in diese Generation. Neben der Produktseite sind die mehrfache vollständige Zerstörung im zweiten Weltkrieg und der mühselige Wiederaufbau in dieser Generation zu nennen. Die Entwicklung des digitalen Theodolits Digigon wird im vierten Teil aufgegriffen.

Mit Georg-Ernst Breithaupt (\*1938) und Hans-Hellmut Breithaupt (\*1942) übernahmen 1967 in siebter Generation wieder zwei Brüder die Geschicke des

Unternehmens. Neben der Umstellung der Fertigung auf CNC-Technik wurden auch die Instrumente mit Laser und Elektronik versehen. Den starken Wandel, den die Vermessungsindustrie durch japanische Hersteller und wenig später durch die Instrumente chinesischer Produktion erfahren hat, begegneten sie mit der Konzentration auf Sonderinstrumente wie elektronischen und konventionellen Geologenkompassen, meteorologischen Theodoliten, Instrumenten für den Maschinen- und Anlagenbau, den Gleisoberbau und viele andere Anwendungsfelder.

## 2.4. Neue Herausforderungen im 21. Jahrhundert

Seit 2006 ist mit Dr. Hans-Friedrich Breithaupt (\*1975) die achte Generation im Unternehmen. Die durch die siebte Generation erfolgreich begonnene Etablierung im Bereich der Sonderinstrumente wird von ihm fortgesetzt. Beispiele sind Winkelgebereinheiten für Hochgeschwindigkeitskameras oder multifunktionale Messkameras für den Sondermaschinenbau. Die branchenübergreifende breite Orientierung, die internationale Ausrichtung und enge Kooperation mit wissenschaftlichen Einrichtungen, sowie die Bereitschaft, ab Losgröße 1 kundenindividuelle Lösungen in der präzisen Winkelmessung zu schaffen, aber auch die Ausbildung von Nachwuchs als fester Bestandteil im Unternehmen greifen die Werte der ersten Generationen auf und geben ihnen wirtschaftlich wie auch moralisch Aktualität. Über 475.000 Instrumente in über 120 Ländern sind Beleg, dass die Orientierung und Philosophie der Firma „Präzision aus Tradition“ trägt. Über 250 Jahre an einem Ort, in der Hand einer Familie, innovativ in einem Produktfeld, dem einen Ziel - der Präzision – verschrieben, das macht die Firma F. W. Breithaupt einzigartig in der Branche aber auch darüber hinaus.

## 3. Entstehung und Geschichte der Firma Otto Fennel

### 3.1. Firmengründung und grundlegende erste Schritte im 19. Jahrhundert

Wie bereits oben erwähnt, lag die Wiege der Firma Fennel in Kassel. Gründer Otto Fennel (1826-1891) machte sich nach Ausbildungs- und Gesellenzeit bei Breithaupt und einer Station bei der ebenfalls in Kassel ansässigen Firma Henschel 1851 selbständig. Die ersten Jahre waren von Bemühungen geprägt, sich im Instrumentenbau einen Namen zu machen. In diesen frühen Jahren machte Arwed Hahn seine Ausbildung bei Fennel (später A. und R. Hahn, Kassel). 1862 erfolgte ein erster Serienauftrag von im Hause konstruierten Geschützfernrohren durch das Kurfürstliche Kriegsministerium. In der Folge wuchs das Unternehmen stetig, was durch steigende Mitarbeiterzahlen belegt ist. Auch gelang es dem Unternehmen, sich international einen Namen zu machen und ab 1880 internationale Aufträge zu gewinnen. Mit dem Eintritt von Adolf Fennel (1860-1953) 1877, der zunächst im Betrieb eine Feinmechanikerausbildung absolvierte, und dessen jüngerem Bruder Otto kam die prägende Generation in das noch junge Unternehmen. Der naturwissenschaftlich interessierte Adolf Fennel suchte schon früh die Kooperation mit der Wissenschaft und führte nach dem gesundheitsbedingten Ausscheiden seines Bruders 1904 das Unternehmen alleine weiter.

### 3.2. Blüte und große Herausforderungen im 20. Jahrhundert

Eine erfolgreiche Kooperation mündete in den Hammer-Fennel Tachymeter. Professor Hammer aus Stuttgart entwickelte einen selbstreduzierenden Tachymeter, der ein großer Verkaufserfolg wurde. So wurde beispielsweise der St.-Gotthard-Tunnel mit eben diesem Tachymeter gebaut. In Teil 4 wird auf dieses Instrument vertiefend eingegangen. 1902 zog das Unternehmen in größere Räumlichkeiten, die dem gewachsenen Betrieb Rechnung trugen. Das Fabrikationsprogramm beinhaltete nun nicht nur Vermessungsinstrumente sondern auch entsprechendes Zubehör. Ab 1950 wurde das Unternehmen in weiblicher Linie der Familie Fennel von Heinrich Kolb geleitet. Das Produktprogramm wurde im wesentlichen geprägt von Theodoliten und Nivellieren. Schon früh hatte sich die Firma Fennel mit Kreiseltachymetern beschäftigt, die nach dem Krieg zur Serienreife gebracht wurden. In der Folge wurden viele Instrumente an den Berg- und Tunnelbau geliefert wie auch an die Wehrtechnik. Größte Anstrengungen unternahm man Anfang der 1960er Jahre, den Fennel-Lang-Code-Theodolit zu entwickeln. Auf das Instrument wird in Teil 4 Bezug genommen. Wirtschaftlich war die Entwicklung in Relation zu den abgesetzten Instrumenten jedoch zu kostenintensiv für das Unternehmen. Darüber hinaus wurden die deutschen Hersteller bereits ab Ende der 1960er Jahre mit dem Import speicherfähiger Theodolite aus Japan konfrontiert. 1968 übernahm die Steinheil-Lear Siegler AG das Unternehmen von der Familie Kolb. Fünf Jahre später wurde der Firmensitz nach Ismaning in das frühere Stammwerk der Firma Steinheil verlagert, wo mit moderner Fertigungstechnologie weiter produziert wurde. Die Verlagerung zahlte sich jedoch nicht aus und nach 123 Jahren wurde die Produktion eingestellt. 1977 erwarben die Firmen Theis, Wolzhausen, und Führer & Co. die Fertigungs- und Vertriebsrechte für Fennel-Vermessungsinstrumente. Die Marke Fennel lebt in der Marke geo-Fennel weiter, die aus Führer & Co. hervorgegangen ist, allerdings ohne eigene Produktionsstätte in Deutschland.

### 4. Meilensteine des Instrumentenbaus aus Kassel

Die Identifikation so genannter Meilensteine der beiden Firmen aus Kassel fällt nicht leicht, da viele kleine und große technologische Innovationen über die vielen Generationen hervorgebracht wurden. Somit kann die folgende Auswahl nur einem Ausschnitt aus dem gesamten unternehmerischen Schaffen darstellen.

#### 4.1. Meilensteine im 18. Jahrhundert

Der Mauerquadrant von 1785 (Abb. 3) ist ein Zeugnis für die Fähigkeiten des Instrumentenbauers Johann Christian Breithaupt. Der Quadrant war mit seinem Radius von 1,98 m und einem Fernrohr gleicher Länge ein gewaltiges Projekt für die kleine Manufaktur. Mit zwei Einteilungen  $90^\circ$  und  $96^\circ$ , beide in  $1/12^\circ$ , mit doppeltem Nonius zu  $10''$ -Angabe geteilt, und Mikrometerschraube-Trommelablesung von  $1''$  war das Instrument eines der genauesten der Zeit. Der bekannte Mathematiker und Astronom Jean Bernoulli besuchte 1768 Kassel und erwähnte in seinen „Lettres Astronomiques“ (1771) die Genauigkeit der Fertigung der Kasseler Werkstatt. Aufwendig wurde die Teilung mit Stangenzirkeln aufgebracht. Der Mauerquadrant wurde Bestandteil der Kasseler Sternwarte im Zehrenturm, wo er über 150 Jahre hing.

Die Entwicklung eines „neuen Markscheide-Instrumentes“, des ersten Grubentheodoliten von 1798 mit konischem Steckzapfen stellte eine einfache aber weitreichende Innovation in diesem Feld dar. Die Steckhülsen-Zwangs-zentrierung (Abb. 4) wurde aus verschiedenen Gründen entwickelt. Während über Tage die Vermesser in der Regel mit einem Instrument und einem Zielzeichen auskamen, waren unter Tage viele Messpunkte vonnöten, die über die Zeit eingerichtet bleiben mussten. Die Einrichtung erforderte viel Zeit und die Ausrüstung war teuer. Mit der Schaffung der Möglichkeit, über die Trennung von Instrumentenober- und unterteil, Zielzeichen und Instrumentenoberteil frei und prozesssicher zwischen den eingerichteten Unterteilen zu wechseln, eröffnete Breithaupt

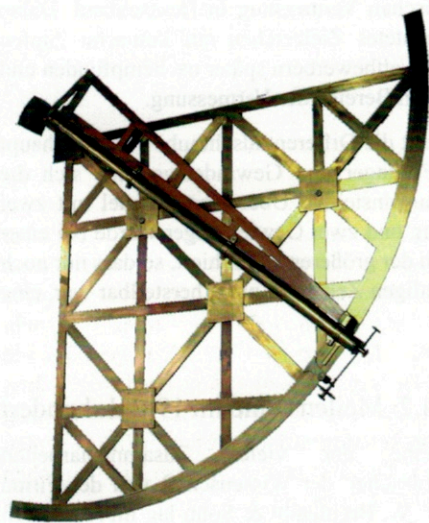


Abb. 3: Mauerquadrant von J. C. Breithaupt 1785

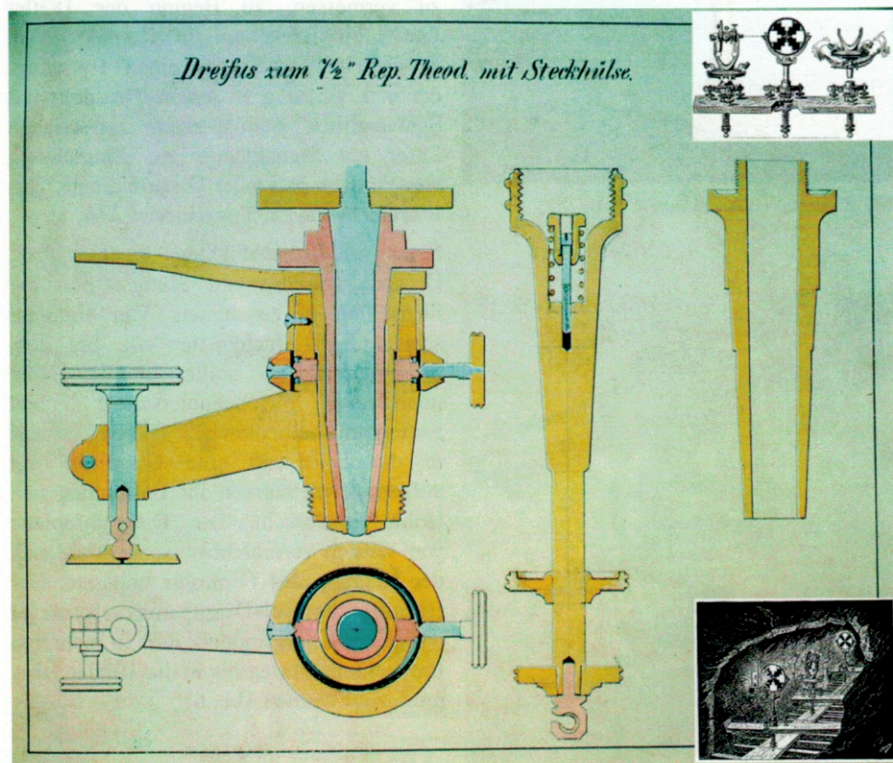


Abb. 4: Steckhülsensystem Breithaupt 1798

die Professionalisierung in der markscheiderischen Vermessung in Deutschland. Dabei konnten Visiergerät und mit Öllampe beleuchtetes Zielzeichen auf konische Zapfen aufgesetzt werden. Das Prinzip wurde von den Wettbewerbern später nachempfunden und wurde so über lange Zeit zum Standard in diesem Bereich der Vermessung.

Ein weiterer einfach gestalteter Meilenstein stellt die Differentialschraube von Breithaupt dar. Mit den üblichen Kombinationen aus Festlager und Gewindelager ließ sich die Alhidade zur Kreisteilung nur begrenzt genau einstellen. Über eine Spindel mit zwei Abschnitten unterschiedlicher Gewindesteigung und zwei Gewindelager wurde bei einer Drehung des Rändels die kleinere Steigung von der größeren subtrahiert, so dass nur noch eine kleine Differenzsteigung, die zu der damaligen Zeit noch nicht herstellbar war, eine sehr präzise Feineinstellung möglich machte.

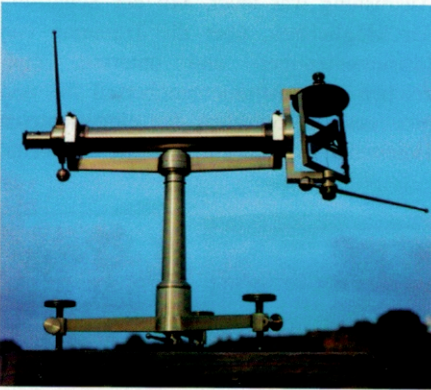


Abb. 5: Heliotrop Breithaupt & Sohn 1835

#### 4.2. Meilensteine im 19. Jahrhundert

Eine der vielen Zusammenarbeiten zwischen der Wissenschaft und der Firma F. W. Breithaupt & Sohn lag im Austausch mit F. C. Gauss. Dieser trat im Rahmen der Aufgabenstellung, Norddeutschland zu vermessen, zu Beginn der 1830er Jahre mit Breithaupt in Kontakt. Man entwickelte gemeinsam einen Heliotrop, der in Ergänzung zu einem Theodolit mit Schwarzfilter, analog einem historischen Laser als Signalquelle zur Einmessung von Punkten in großer Distanz diente. Das Instrument von 1835 ist erhalten (Abb. 5).

Eine glückliche Fügung brachte Prof. Dr. von Hammer aus Stuttgart mit der Firma Fennel zusammen. Von Hammer schwebte ein Tachymeter vor, mit dem es möglich sein sollte, an der Latte unmittelbar Höhenunterschied und Entfernung abzulesen. Hierzu wurde in die Bildebene eine Glasplatte mit aufgetragenen Kurven für Entfernung und Höhe eingebracht. Die Diagrammplatte war seitlich verschiebbar, so dass sie sich der Neigung des Fernrohrs anpasste. Der Hammer-Fennel-Diagrammtachymeter wurde ein Erfolgsmodell, dass in mehreren Entwicklungsstufen bis in die 1970er Jahre produziert wurde (Abb. 6).

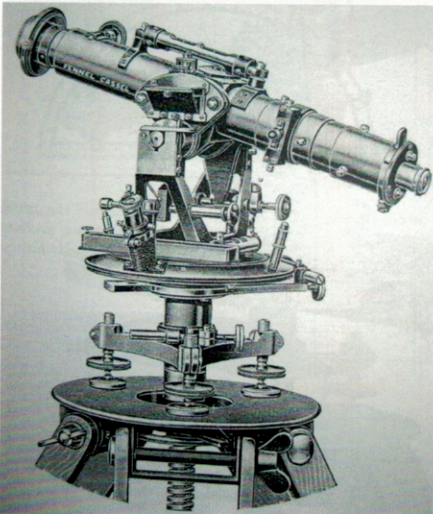


Abb. 6: Hammer-Fennel-Tachymeter um 1926

### 4.3. Meilensteine im 20. Jahrhundert

Der mit Professor Dr. Zetsche entwickelte DIGIGON (Abb. 7), der anlässlich des Geodätentages 1965 präsentiert wurde, war der erste Digitaltheodolit mit lichtelektronischer Kreisablesung. Der Winkelschrittgeber setzte dabei mit Hilfe einer optischen Einrichtung mit Strahlungsempfängern mechanische Drehachsbewegungen in periodische Lichtstromschwankungen um, die wiederum digital erfasst und für eine analoge Auswertung bereitgestellt werden konnten. Das Instrument verfügte über eine Digitalanzeige und einen Lochstreifenengerät. In einer Zeit, in der elektronische Bauteile nur schwer als Komponenten zu bekommen waren, gelang es, einen voll funktionsfähigen Prototyp zu fertigen.



Abb. 7: Digigon Breithaupt & Sohn 1965

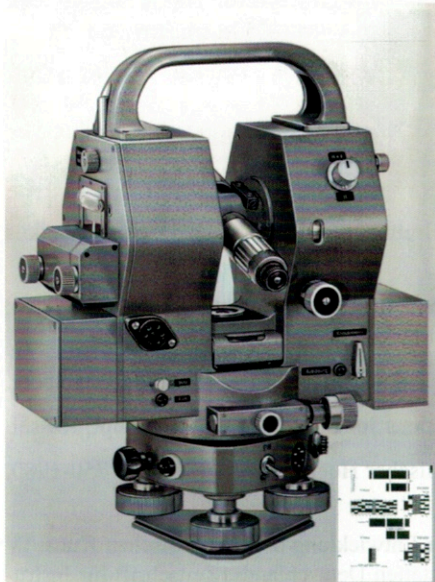


Abb. 8: Fennel-Lang-Code-Theodolit 1965

Ab Ende der 1950er Jahre war man auch bei Fennel mit der Entwicklung eines automatischen Theodoliten befasst. Das entsprechende Patent wurde 1960 eingereicht und 1965 veröffentlicht. Der Fennel-Lang-Code-Theodolit FLT2 (Abb. 8) folgte dem Anspruch, die Automationskette von der Feldaufnahme bis hin zur Karte vollautomatisch zu schließen. Der Code-Theodolit war ein Sekundentheodolit mit zwölfstelligem Zifferneingabewerk. Entfernung und Höhenunterschied wurden nach dem Basislattenprinzip ermittelt. Es folgte dann eine Speicherung der Kreisablesung zusammen mit der Zifferneingabe auf einem 10 m langen 35 mm-Reprofilm (Detail in Abb. 8).

Aus den gefilmten Daten konnten dann im Postprocessing Koordinaten abgeleitet werden. Der Film wurde entwickelt, in einem Code-Umsetzgerät der Firma Zuse gelesen und als Lochstreifen ausgegeben. Prof. Dr. Dr. Lang, Geodät und Ministerialbeamter im hessischen Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, der als geistiger Vater des FLT gilt, hatte auch ein Kartiergerät entwickelt, das auf Basis der Lochstreifen Koordinaten rechnen und kartieren konnte. Die 70 FLT, die Fennel herstellte, arbeiteten zwar sehr effizient im Feld, zogen jedoch in der Nachbearbeitung der Daten einen erheblichen Aufwand einher. Zudem waren die Instrumente hochpreisig; dies hatte zur Folge, dass die speicherfähigen Instrumente, die aus Japan auf den Markt kamen, sich schnell durchsetzten.

## 5. Zusammenfassung

Zusammenfassend lassen sich einige Erfolgsfaktoren aufzeigen, die zum Erfolg der Unternehmen beigetragen haben. Eine Parallele in der Entwicklung beider Unternehmen ist die enge Kooperation mit der Wissenschaft. Neben der Unterhaltung einer wissenschaftlichen Abteilung im Unternehmen und Publikationen in wissenschaftlichen Journalen zeichnen sich beide Unternehmen dadurch aus, dass die Wissenschaftler mit denen die Innovationen entwickelt wurden, im Namen der Instrumente offen mit genannt wurden. Wissenschaftler wie Seibt, Puller, Hammer, Wagner, Bose, Deubel und andere sind damit eng mit dem Produktprogramm der beiden Hersteller verbunden. Ein zweiter Faktor war die Internationalität, die beide Unternehmen im Bereich der Geodäsie und des Markscheidewesens erreichten. Ein weiterer gemeinsamer Faktor war der Fokus auf Ausbildung und Qualität der Mitarbeiter, die vielfach ihr gesamtes Arbeitsleben in den Unternehmen verbrachten. Nur so war einerseits der Aufbau von Wissen, Erfahrung und feinmechanischem Feingefühl möglich, zum anderen der Transfer eben dieses Wissens an die Folgegeneration von Mitarbeitern. Schließlich sprechen aus beiden Unternehmensgeschichten die Leidenschaft und das unbedingte Interesse der Unternehmenslenker und ihrer Mitarbeiter, feinmechanisch-optische Lösungen in hoher Perfektion zu konstruieren und herzustellen.

*Ich danke Herrn Wolfgang Kleinfeld, Immenhausen, für die Bereitstellung von Informationen und des Bildmaterials zu Fennel.*

### Quellen:

- BREITHAUPT, G. (1962): Friedrich Wilhelm Breithaupt – Kurhessischer Hofmechanikus und Münzmeister.
- FELDNER, C. (1990): Erfinder und Fabrikanten – Industriegeschichte(n) aus Nordhessen; Zeugnisse aus 100 Jahren Industriekultur, Wartberg Verlag, Gudensberg.
- HUBER, J. A. (2013): Stadtgeschichte Kassel, 2. Aufl., Michael Imhof Verlag, Petersberg.
- KIRCHVOGEL, P. A. (1938): Der Hofmechanicus Johann Christian Breithaupt, Kassel.
- KLEINFELD, W. (2012): Statistik feinmechanischer Hochburgen in Europa 1750-1980, unveröffentlicht.
- LÖWENHERZ, L. (1886): Zur Geschichte der Entwicklung der mechanischen Kunst/IV Die wichtigsten mechanischer Werkstätten Deutschlands, Zeitschrift für Instrumentenkunde, Bd. 6 (1886) S. 405-27.



- MEISENHEIMER, H. D. (2009): Otto Fennel KG, Kassel, VDV Magazin 05/2009, S. 378-381
- SACHISTHAL, K. (1951): Ein Jahrhundert Werkstätten für geodätische Instrumente Otto Fennel & Söhne KG Kassel, Hoppenstedt, Heppenheim.
- SCHLEMMER, H. (1981): Aktuelle Instrumentenkunde, Wichmann Sammlung 5. Lieferung, Wichmann-Verlag, Karlsruhe.
- TORGE, W. (2007): Geschichte der Geodäsie in Deutschland, de Gruyter, Berlin.
- MACKENSEN, L. v. (2012): Genauer als haargenau - 250 Jahre Präzisionsmessinstrumente von F. W. Breithaupt & Sohn in Kassel, Thiele & Schwarz, Kassel.

# Geschichtlicher Überblick zu ZEISS und TRIMBLE

## 1. Einführung

Die Geschichte des geodätischen Instrumenten- und Gerätebaus der Neuzeit beginnt um 1730 mit dem ersten eigentlichen Theodoliten in England. Ab 1800 befassen sich zunehmend zahlreiche feinmechanische Manufakturen auf dem Kontinent mit der Fertigung von Vermessungsgeräten. Aber erst gut ein Jahrhundert später nehmen sich auch größere Firmen der Entwicklung von geodätischen Instrumenten an, auch wenn sie sich schon Jahrzehnte mit feinmechanischen Geräten befasst haben (Abb. 1). Heute bieten neben nur noch wenigen europäischen Namen japanische und zunehmend chinesische Firmen ihre Vermessungsinstrumente an.

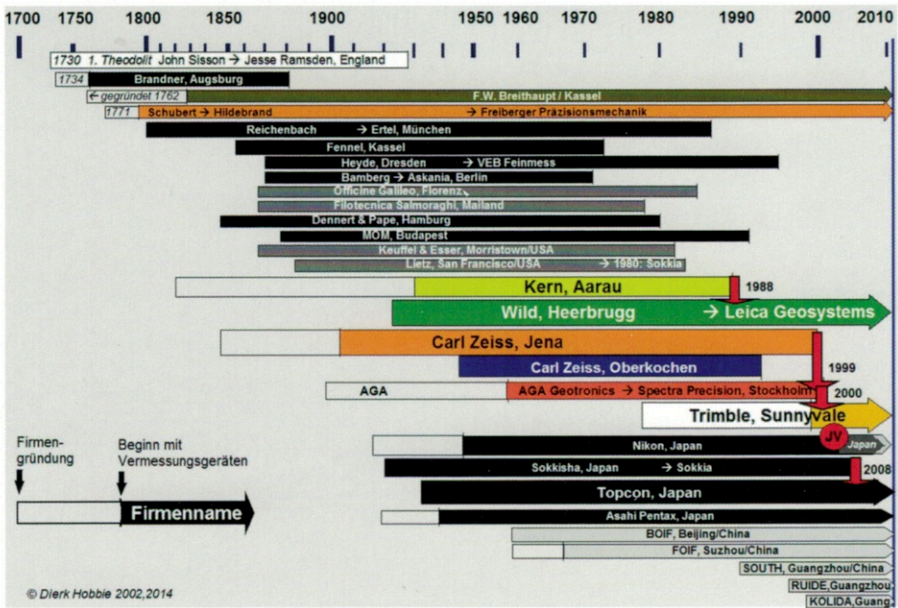


Abb. 1: Historie der geodätischen Instrumentenhersteller

Auch die Firma ZEISS begann erst 1904, sich für geodätische Instrumente zu interessieren, obwohl der Firmengründer seine feinmechanische Werkstätte bereits 1846 gegründet hatte. Bereits drei Jahre zuvor war 1901 bei ZEISS der erste Stereokomparator für die photogrammetrische Auswertung von terrestrischen Aufnahmen vorgestellt worden. Als Beitrag zum Symposium „Meilensteine des geodätischen Instrumentenbaus“ sollen sich die folgenden Ausführungen aber im wesentlichen mit der historischen Entwicklung der Vermessungsgeräte von ZEISS befassen. Die hundertjährige photogrammetrische Firmengeschichte in Jena und Oberkochen ist ausführlich beschrieben für die Zeit vor 1945 /SCHUMANN 1986/ und danach /SCHÖLER 2006/, /HOBBIE 2010/.

## 2. Die Anfänge des Unternehmens CARL ZEISS in Jena

Der Mechanikus CARL FRIEDRICH ZEISS hatte sich nach einer gründlichen beruflichen und wissenschaftlichen Ausbildung bis zu seinem Tode erfolgreich mit der Fertigung und ständigen Verbesserung von Mikroskopen beschäftigt. Dazu hatte er 1866 den mathematisch und physikalisch ausgebildeten Jenaer Privatdozenten ERNST ABBE eingestellt, der dann die Entwicklung auf eine wissenschaftliche Basis stellte, und der wiederum ab 1879 OTTO SCHOTT dazu bewegen konnte, bessere optische Gläser zu entwickeln. ABBE hatte sich übrigens im August 1863 in Jena mit dem Thema „Über die Berücksichtigung der Fehlverteilung bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate“ habilitiert.

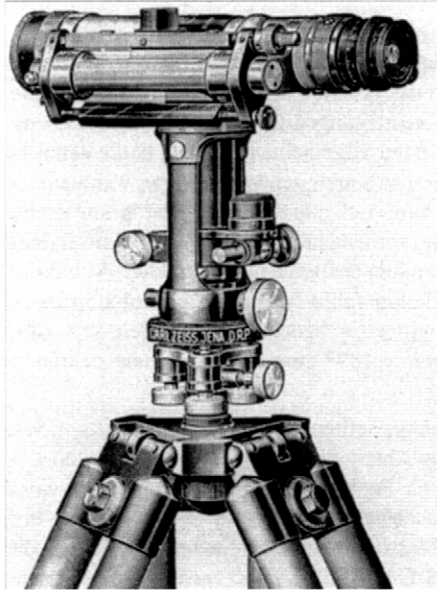
Nach dem Tode von CARL ZEISS 1888 begründete ABBE, inzwischen Teilhaber, die CARL-ZEISS-STIFTUNG, in die er bald darauf auch das gesamte Firmenvermögen überführte. Das Stiftungsstatut enthielt zahlreiche soziale Festlegungen (u. a. Urlaubs-, Krankheits- und Pensions-Regelungen), die erst 100 Jahre später allgemeinen Eingang in die deutsche Arbeitswelt finden sollten. Da das Mikroskopgeschäft inzwischen stagnierte, war auch die Erweiterung des Fertigungsprogramms ein Stiftungsziel, und die Geschäftsführung suchte nach weiteren Geschäftsfeldern, in denen die vorhandenen Technologien Anwendung finden konnten. Zum Beispiel wurde ab 1890 eine sehr erfolgreiche Feldstecher-Produktion aufgenommen. Von den für die noch junge Photographie entwickelten Photoobjektiven wurden einige später auch für die Photogrammetrie bedeutsam. Für den seit 1891 erwogenen Bau astronomischer Instrumente wurde 1897 eine neue Abteilung gegründet /HELLMUTH u. a. 1996/.

Unter den, für die neuen Geschäfte ab 1890 eingestellten, jungen Wissenschaftlern war auch CARL PULFRICH, der ab 1892 die neue Abteilung für optische Messgeräte (u. a. Refraktoren und Komparatoren) leitete. In dieser Funktion entwickelte er ab 1896 einen stereoskopischen Entfernungsmesser nach Vorschlägen von Hektor de Grousilliers und stellte 1901 mit dem Stereokomparator zur Messung von Koordinaten und Parallaxen das erste photogrammetrische Instrument von CARL ZEISS für zunächst terrestrische Anwendungen vor. Im Rahmen der feldtauglichen Entfernungsmesser entstand auch der Kontakt zum Schweizer Ingenieur HEINRICH WILD, von dem ZEISS 1904 ein Patent für Doppelentfernungsmesser erwarb /SCHÖLER u. a. 2003/.

## 3. Der geodätische Instrumentenbau bei CARL ZEISS vor 1945

Im Rahmen der begonnenen Geschäftsausweitung gelangten offensichtlich auch geodätische Messinstrumente ins Blickfeld von ZEISS. Nach erfolglosen Verhandlungen mit einschlägigen Firmen in Stuttgart und Berlin führte PULFRICH 1904 in einem Vortrag vor der Breslauer Versammlung der Naturforscher einen Theodolit vor, dessen Justierung durch ein vorgesetztes Prisma besonders einfach gewesen sein soll /MARK 2009/. Im Zusammenhang mit dem Doppelentfernungsmesser-Patent erwähnte HEINRICH WILD auch sein Interesse an verbesserten Vermessungsgeräten, das aus seinen Erfahrungen mit der eidgenössischen Landestopographie resultierte /WILD 1939/. Seiner Meinung nach war die Modernisierung der geodätischen Instrumente hinter der anderer Instrumentengattungen zurückgeblieben. Und so stimmte die Geschäftsleitung von ZEISS der „Übersiedlung des Ing. Heinrich Wild zwecks Vorbereitung einer Fabrikation geodätischer Instrumente“ zu.

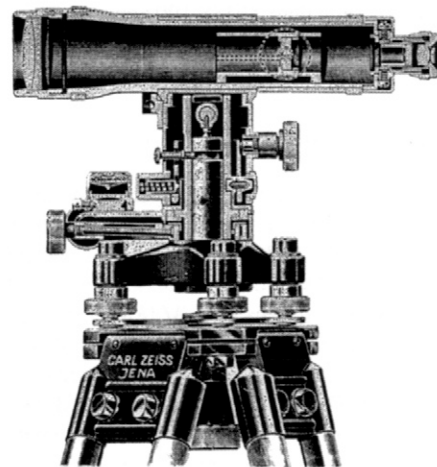
Diese Tätigkeit nahm er zum 1. April 1908 auf, zunächst eingegliedert in ein erfahrenes Team des Konstruktionsbüros für astronomische Instrumente. Schon ein Jahr später wurde die Abteilung für Geodäsie begründet und stellte mit dem Libellennivellier Ni I (Abb. 2) das erste einer neuen Instrumentenreihe Ni I bis Ni V vor. Das Ni I fand auf dem badischen Geometerkongress in Freiburg 1910 große Anerkennung /FEIST 2001/. Während die bisherigen Nivelliere groß und schwer waren sowie durch ihre offene Bauweise leicht verschmutzten und dadurch unzuverlässig wurden, waren die neuen Geräte kleiner und leichter, durch eine zylindrische Stehachse, Innenfokussierung, verbessertem Okularauszug



stabiler und durch eine Prismenablesung der Libelle und eine optionale Planplatte genauer.

Ein Jahr später wurde die Entwicklung eines mechanischen Repetitionstheodoliten begonnen und ab 1912 unter Verwendung von Baugruppen der neuen Nivelliere und mit den entsprechenden Vorteilen als RTh II in den Markt eingeführt (Abb. 3).

Mit Ausbruch des ersten Weltkriegs mussten die Entwicklungsarbeiten unterbrochen werden, da wichtige Mitarbeiter entweder in den Krieg ziehen mussten, oder aber für die enorm zunehmende Militärproduktion gebraucht wurden /WALTER u. a. 2000/. HEINRICH WILD kehrte für ein halbes Jahr in die Schweiz zurück, um dort seinen Militärdienst abzuleisten. Auch wenn er danach als Ausländer offiziell nicht weiter bei ZEISS beschäftigt werden durfte, trieb er bis zum Ende des Krieges noch die Konstruktion eines „optischen“ Sekundentheodoliten voran. Er blieb aus Rücksicht auf seine Familie noch bis 1921 in Jena und arbeitete auf vertraglicher Basis weiter mit ZEISS zusammen, obwohl er zum 1. Oktober 1919 sein Mitarbeiterverhältnis mit der Absicht gelöst hatte, in der Schweiz ein eigenes Unternehmen zu gründen.



Die Fortführung der Arbeiten am Theodoliten mit optischen Teilkreisen übernahm ab 1922 federführend OTTO VON GRUBER, die 1924 zur Vorstellung des Th I mit u. a. diametraler Kreisablesung führte (Abb. 4). VON GRUBER war bereits seit 1919 als auswärtiger Mitarbeiter für ZEISS tätig und blieb auch während seiner zwischenzeitlichen Professur für Geodäsie

Abb. 2: Ni I von Zeiss (1910)

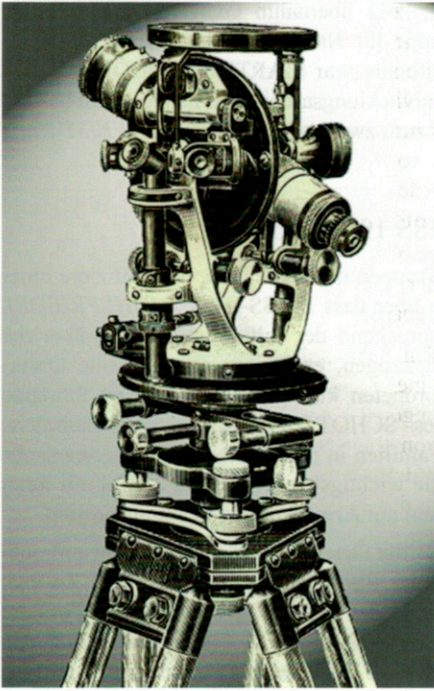


Abb. 3: Repetitionstheodolit RTh II (1912)

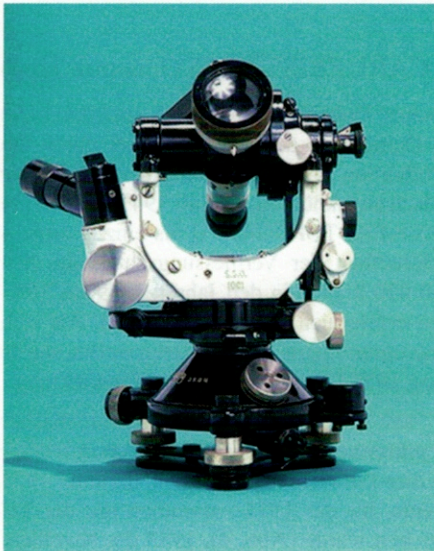


Abb. 4: Th I von Zeiss (1924)

Foto: UNSW Surveying Instrument Collection

in Stuttgart von 1926 bis 1930 mit ZEISS in enger Verbindung. 1928 führte er einen ersten Kurs für optische Streckenmessung durch, den er dann ab 1936 auch in Jena regelmäßig veranstaltete, und der auch heute noch als „Internationaler Kurs für Ingenieurvermessung“ in veränderter Form existiert. Ab 1930 bis zu seinem frühen Tod 1942 leitete er neben der Abteilung für Geodäsie auch diejenige für Photogrammetrie. In den 1930er Jahren wurde auch die Theodolit-Reihe um die Modelle Th II (verbesserter Sekundentheodolit), Th III (Repetitionstheodolit) und Th IV (Tachymetertheodolit) sowie um den Th F als Kleintheodolit mit reduzierter Genauigkeit erweitert. Auch eine neue, abgestufte und zunächst konkurrenzlose Nivellierreihe unter Verwendung von Aluminium wurde in den Jahren 1935 bis 1941 entwickelt, die Nivelliere Ni A bis Ni E /DONATH 2009/.

Nachdem bereits die ersten Jenaer Theodolite die REICHENBACH'schen Distanzmessfäden für eine einfache Entfernungsmessung aufwiesen, kam 1921 der norwegische Vermessungsingenieur I. DAHL mit seinem 1919 patentierten Vorschlag nach Jena, die Distanzstriche im Zielbild als Distanzkurven auszubilden, deren Abstand zur Grundkurve sich mit der Zenitdistanz stetig ändert. Aber erst 1938 konnte das selbstreduzierende Diagrammtachymeter „Dahlta“ auf den Markt gebracht werden. 1923 unterbreitete der Schweizer Grundbuchgeometer RUDOLF BOSSHARDT in Jena die Idee eines optischen Reduktionstachymeters mit horizontaler Messlatte, bei dem ein gegenläufig drehendes optisches Keilpaar die Entfernung in Abhängigkeit von der Zenitdistanz reduziert. Mit dem 1925 vorgestellten Bosshardt-Tachymeter Redta I (ab 1932 Redta II und ab 1937 Redta III) konnte eine Entfernungsmessgenauigkeit von 2 cm auf 100 m Distanz erreicht werden, so dass es geeignet war, Polygonzüge mit hoher Genauigkeit zu messen.

Nach dem Tod von OTTO VON GRUBER 1942 übernahm GUSTAV FÖRSTNER, seit 1937 bei ZEISS in der Entwicklungsgruppe für Navigationsinstrumente, die Geoleitung. Einer seiner wissenschaftlichen Mitarbeiter war MARTIN DRODOFSKY. Mit Kriegsbeginn kam wiederum die allgemeine Entwicklungsarbeit zum Erliegen. Mehr über die Vermessungsgeräte aus Jena in der Zeit bis zum zweiten Weltkrieg ist in */FEIST 2001/* beschrieben.

#### 4. Die deutsche Teilung bei CARL ZEISS 1945 bis 1991

Am 13. April 1945 besetzten amerikanische Truppen die Stadt Jena, und Offiziere einer Militärkommission übernahmen die Kontrolle über das ZEISS-Werk */MÜHLFRIEDEL u. a. 2004/*. Bevor sich die Amerikaner entsprechend der Jalta-Vereinbarung über die Aufteilung Deutschlands aus Thüringen zurückzogen, entführten sie wertvolle Optik-Unterlagen in die Vereinigten Staaten und ordneten kurzfristig an, über 80 führende Mitarbeiter von ZEISS, 41 Beschäftigte des SCHOTT Glaswerkes und zahlreiche Professoren der Jenaer Universität mit ihren Familien in das verbleibende amerikanische Besatzungsgebiet zu verbringen. So wurden die wichtigsten Köpfe von ZEISS mit ihren Familien und wichtigsten Unterlagen am 24. Juni auf Armeelastwagen abtransportiert.

Mit dem 1. Juli 1945 übernahm die Rote Armee die Gewalt in Thüringen und beauftragte ZEISS mit der Wiederaufnahme der Produktion für primär militärtechnische Zwecke und mit der Unterstützung der optischen Industrie der UdSSR. Später aber beschloss die Sowjetische Militäradministration SMAD die weitgehende Verlagerung der Unternehmen von ZEISS und SCHOTT in die Sowjetunion. Am 22. Oktober 1946 wurde der Befehl zur Demontage verkündet, und 275 ZEISSianer sowie 12 SCHOTT-Mitarbeiter mussten mit ihren Familien und ihrem Hab und Gut Eisenbahnwagen besteigen. Bis Juni 1947 waren über 7.000 Waggons mit demontierten Produktionsanlagen gefolgt und in der UdSSR auf verschiedene optische Betriebe verteilt worden.

##### 4.1 Vermessungsinstrumente von VEB CARL ZEISS JENA (Jenoptik Jena)

Nach dem Verlust eines Großteils der technischen Dokumentation durch amerikanische Besatzungstruppen sowie der anschließenden Demontage des ZEISS-Werkes durch die sowjetische Besatzungsmacht galt es, die Produktion von Vermessungsgeräten wieder aufzunehmen und an den Vorkriegsstand technisch anzuknüpfen. Im Juli 1947 beauftragte die Werksleitung FRANZ MANEK von ZEISS-AEROTOPOGRAPH als einzig zurückgebliebenem Photogrammeter mit dem Wiederaufbau der Vermessungsabteilung. Mit den Libellennivellieren Ni 004, Ni 060 und Ni 030 konnte in den Jahren 1949 bis 1953 die Tradition von Vermessungsgeräten in Jena erfolgreich fortgesetzt werden. Als sich MANEK 1953 auf die nun wieder auflebende Photogrammetrie konzentrieren wollte, wurde ERHARD GRÖDEL bis zu seiner Pensionierung 1972 Leiter der Geodäsie-Entwicklung.

Nachdem Oberkochen das legendäre NI 2 als erstes Nivellier mit automatischer Horizontierung bereits 1950 vorgestellt hatte, präsentierte Jena das Kompensatornivellier Ni 007 (Abb. 5) erst 1960. Weitere solide Nivellier-Entwicklungen folgten, darunter 1973 das legendäre Ni 002 für Präzisionsnivellements, für das 1975 zusammen mit der TU Dresden das „Motorisierte Nivellement“ entwickelt wurde (Abb. 6), 1983 die Nivelliere Ni 005 A, Ni 020 A und Ni 040 A (von letzterem wurden in der Tochtergesellschaft Freiburger Präzisionsmechanik GmbH allein in den ersten sechs Jahren 25.000 Stück

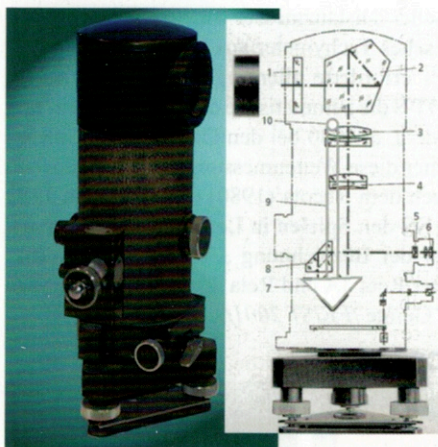


Abb. 5: Ni 007 Kompensatornivellier aus Jena (1960)



Abb. 6: Motorisiertes Präzisionsnivellament mit Ni 002 aus Jena (1975)

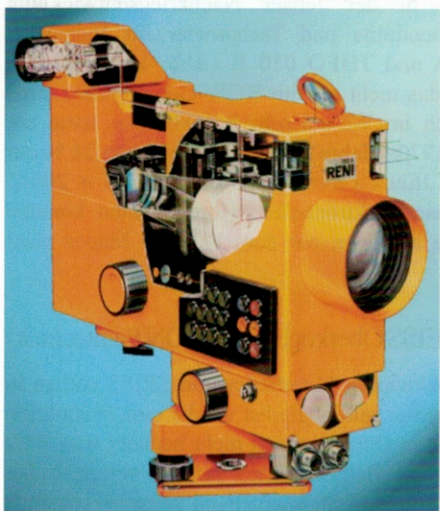


Abb. 7: Reni 002 A aus Jena (1988)

hergestellt) und 1988 das zusammen mit der TU Dresden entwickelte Reni 002A mit teilautomatisierter Messwertregistrierung (Abb. 7).

Mit der Wiederaufnahme der Theodolit-Fertigung wurde ab 1950 auch eine neue Reihe optischer Theodolite vorgestellt: Theo 010, Theo 020, Theo 030 und Theo 120, ab 1970 als A-Reihe mit diametraler Kreisablesung. Die ab 1980 produzierte B-Reihe mit Theo 010 B, Theo 015 B, Theo 020 B, und DAHLTA 010 B hatte koaxiale Klemmen und Feintriebe und war besonders für eine wirtschaftliche Fertigung in hohen Stückzahlen ausgelegt, um den hohen Bedarf in den Ländern de Rates für gegenseitigen Wirtschaftshilfe (RGW) zu befriedigen. Weitere Spezialausführungen der Theodolite und Tachymeter ergänzten das Programm, z. B. 1965 der astronomische Theodolit Theo 002 mit u. a. einer Teilkreisablesung auf  $0,1''$ . Eine besondere Bauform der optischen Tachymeter war das BRT 006, welches 1964 entwickelt wurde (Abb. 8). Die optische Entfernungsmessung wird bei diesem Gerät mit einer Basis im Standpunkt realisiert. Durch Ausschalten des aus einem Halblinsensystem bestehenden Reduktionssystems konnten auch Schrägstrecken gemessen werden.

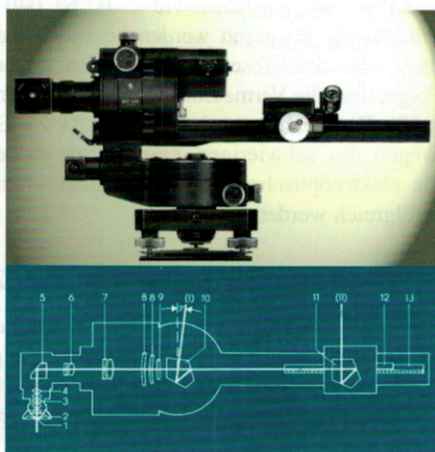


Abb. 8: BRT 006 aus Jena (1964)

Bereits 1965 entstand ein erster elektrooptischer Distanzmesser EOS, aber erst 1977 wurde mit dem EOT 2000 ein erstes elektronisches Tachymeter aus Jena vorgestellt, gut 10 Jahre nach der westlichen Konkurrenz. Es erforderte allerdings noch eine visuelle Winkelablesung, bevor zwei Jahre später das EOT-S die automatische digitale Strecken- und Winkelmessung ermöglichte (Abb. 9). Es wurde u. a. 1980 bei den Olympischen Spielen in Moskau eingesetzt, nachdem die Oberkochener diese Weitenmessung 1972 in München und 1976 in Montreal durchgeführt hatten. Nach dem Recota (1980) entstand dann 1982 noch das Reta, mit dem dann als Reta-S 1984 bei den Spielen in Los Angeles zusammen mit der schweizerischen Firma OMEGA unter der Bezeichnung „JENA Measurement“ agiert wurde. Die 1989 vorgestellten Tachymeter Reta 3A und Reta 20A waren die letzten unter DDR-Verhältnissen in Jena entwickelten Geräte /FEIST 2001/.



Abb. 9: Erste elektronische Tachymeter aus Jena (1977-1982)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in der Jenaer Nachkriegsentwicklung insbesondere die klassischen Nivelliere, Theodolite und Tachymeter für Ingenieur- und Präzisionsaufgaben wie z. B. Ni 040 A und THEO 010 B (Abb. 10) in großen Stückzahlen abgesetzt werden konnten, und das nicht nur im RGW-Gebiet. Auf Grund ihres konkurrenzlosen Preises waren sie auch im Westen sehr begehrt. Das hatte zur Folge, dass die Vermessungsgeräte Mitte der 1970er Jahre mit einem Anteil von 21 % der größte Devisenbringer des VEB CARL ZEISS JENA waren /MÜHLFRIEDEL u. a. 2004/. Wegen des schwierigen Zugangs zu modernen elektronischen Komponenten konnten die elektrooptischen Vermessungsinstrumente aus Jena vor dem Fall der Mauer nicht erfolgreich werden.

#### 4.2 Vermessungsinstrumente von CARL ZEISS Oberkochen (OPTON Feintechnik)

Die von den Amerikanern Ende Juni 1945 evakuierten Mitarbeiter von ZEISS sollten in der verbleibenden amerikanischen Besatzungszone baldmöglichst wieder eine Produktion für das US-Militär aufzunehmen, da der Krieg in Ostasien noch nicht beendet war. Weil München und Stuttgart sowie dortige, geeignete Betriebsstätten zerstört waren, luden die Armeelastwagen die ZEISSianer am 25. Juni 1945 im weitgehend kriegsverschonten Heidenheim an der Brenz ab. Im benachbarten Oberkochen fand sich für die Evakuierten eine noch



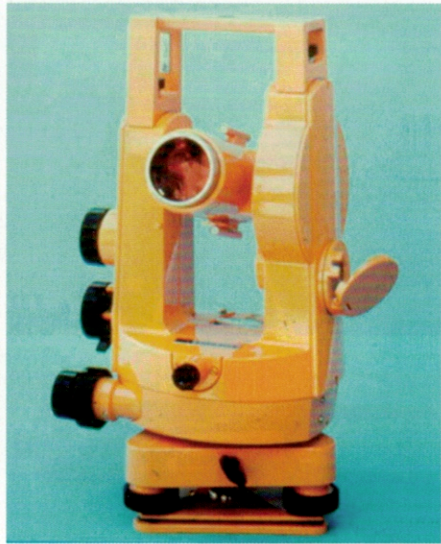
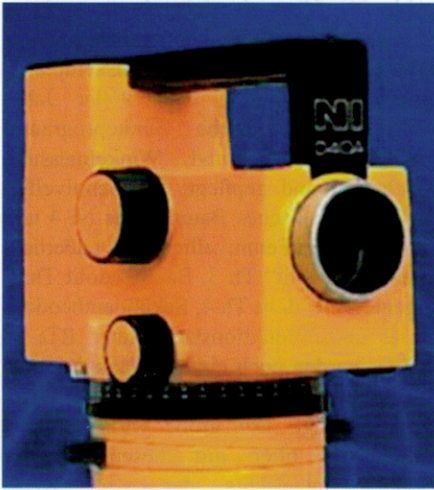


Abb. 10: Erfolgreichste Geodäsie-Entwicklungen der DDR: Ni 040A und Theo 010

neuere, jetzt leer stehende Fabrik für Messerschmidt-Flugzeugfahrwerke. Und angesichts der Hilfszusagen von Landkreis und Gemeinden sowie der Jena nicht unähnlichen bewaldeten Hügellandschaft der schwäbischen Ostalb fühlte man sich den Umständen entsprechend gut aufgehoben. Man fing an, verschiedene optische Instrumente in Stand zu setzen und so das erste Geld zu verdienen. Nach Erteilung einer Produktionsgenehmigung durch die amerikanische Militärregierung begann man im Oktober 1946, mit Hilfe der wenigen mitgebrachten Unterlagen die ersten Geräte zu rekonstruieren. Im Juli 1947 war das erste Stereomikroskop fertig gestellt.

Die zunächst noch guten Kontakte mit den in Jena verbliebenen Kollegen brachen 1949 mit Gründung von Bundesrepublik und DDR ab. Der dann folgende Kampf um die Rechte an den Namen und Warenzeichen endete erst 1971 mit dem, in der Folgezeit von beiden Seiten respektierten, „Londoner Abkommen“. Darin hatte man sich die Welt aufgeteilt: von einigen Ausnahmen abgesehen konnte der VEB CARL ZEISS JENA in den sozialistischen Ländern unter dem Namen „Zeiss“ auftreten und CARL ZEISS in Oberkochen in den meisten westlichen Ländern. In einer Reihe von Ländern durften beide Seiten den Namen „Carl Zeiss“, aber mit einem unterscheidungskräftigen Zusatz führen, darunter in Großbritannien und in den Commonwealth-Staaten. Im jeweils „fremden Territorium“ musste sich der Jenaer VEB „Jenoptik Jena“ und ZEISS Oberkochen „Opton Feintechnik“ nennen /HERMANN 1989/.

Noch bis zum Bau der Mauer 1961 kamen zahlreiche weitere, in Jena verbliebene bzw. nach fünf Jahren aus der UdSSR zurückgekehrte ZEISSianer nach Oberkochen, so dass schließlich etwa ein Drittel der dortigen Werksangehörigen aus Thüringen stammte. Mit der Evakuierung waren auch GUSTAV FÖRSTNER und sein wissenschaftlicher Mitarbeiter MARTIN DRODOFSKY nach Oberkochen gekommen. Ab 1947 konzentrierte man sich nicht nur auf die Rekonstruktion der bisherigen Nivelliere und Theodolite, sondern konnte bereits 1950 auf der Geodätischen Woche in Köln mit dem NI 2, dem ersten in Serie gefertigten Nivellier mit automatischer Horizontierung, eine Sensation präsentieren

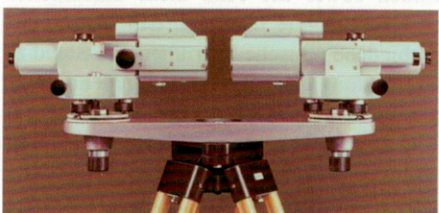
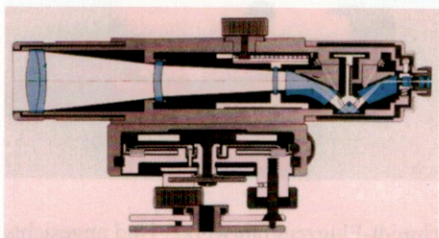
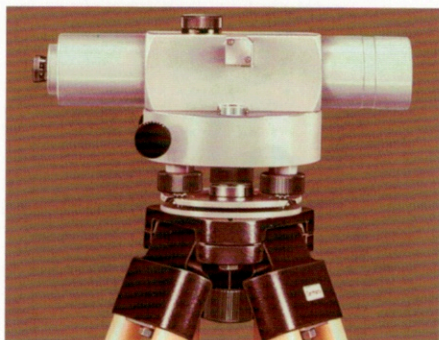


Abb. 11c: Das Erste automatische Nivellier Ni 2 von ZEISS (1950) mit Talübergangs-Ausrüstung



Abb. 12: Das Erste elektronisches Tachymeter RegElta 14 von ZEISS (1968)

(Abb. 11). Über vier Jahrzehnte wurde es nahezu unverändert, aber mit erweitertem Zubehör, in insgesamt 90.000 Exemplaren gefertigt. Bis Mitte der 1960er Jahre wurde das klassische Geräteprogramm für Nivellement und Winkelmessung geschaffen und gepflegt: Libellennivellier Ni 3, automatisches Baunivellier Ni 4 und automatisches Feinnivellier Ni 1, außerdem „Leichttheodolit“ Th 3, Bautheodolit Th 5, Ingenieurtheodolit Th 4, Sekundentheodolit Th 2 und Reduktionstachymeter RTa 4. Später wurden noch einfache Baunivelliere konstruiert, aber zunehmend in Japan fremd gefertigt. Der große wirtschaftliche Durchbruch blieb mit diesen weiteren Geräten angesichts der vom Krieg verschonten schweizerischen und der neuen japanischen Konkurrenz versagt.

1967 kam HELMUT LEITZ mit seiner Doktorarbeit über ein registrierendes elektronisches Tachymeter aus Hannover nach Oberkochen und prägte bis Mitte der 1980er Jahre die Entwicklung der elektronischen Tachymeter. Premiere war 1968 mit dem RegElta 14, in dem der im Vorjahr vorgestellte elektrooptische Entfernungsmesser SM 11 integriert war. Dieses Instrument verwendete so genannte TTL-Elektronik und war mit einem Lochstreifenstanzer ausgestattet. Es wurde ab 1972 auch für die Wurfweitenmessung bei internationalen Sportveranstaltungen eingesetzt (Abb. 12).

Die elektronischen Entfernungsmesser wurden in der Folge auf Basis der platz- und leistungsparenden CMOS-Elektronik überarbeitet und teilweise für besondere Anwendungen modifiziert, unter den Bezeichnungen Eldi 2 (1974) bis Eldi 4 und Eldi 10 (1988). Aus der parallelen Weiterentwicklung der elektronischen Tachymeter entstanden in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre auch die elektronischen Theodolite ETH 2 bis ETH 4.

Mit den elektronischen Tachymetern der

Elta-Reihe entstehen bei ZEISS in Oberkochen ab 1978, also 10 Jahre nach dem bahnbrechenden RegElta 14, unter Verwendung von Mikroprozessoren die Geräte der 3. Generation (Abb. 13): Elta 2 als registrierendes Computertachymeter mit Programmeinschub und integriertem Datenspeicher, Elta 4 als reduzierendes Ingenieurtachymeter mit LED-Anzeige (bald danach mit leistungssparendem LCD-Display als Elta 46 und mit Registrieranschluss als Elta 46 R), 1981 das nur registrierende, nicht rechnende Sekundentachymeter Elta 20 und Ingenieurtachymeter Elta 3, sowie 1985 als Weiterentwicklung von Elta 4 und 46 das integrierte Elta 40 mit Online-Anschluss an einen Feldcomputer und das Elta 42 mit erhöhter Winkelgenauigkeit und Reichweite. In der 4. Generation war mit Gatearrays und so genannten Dickschichtbausteinen die Leistungsfähigkeit und Kompaktheit der Geräteelektronik weiter optimiert worden. 1986 wurden Elta 3 und ein neues Elta 4 vorgestellt, mit integrierten Messprogrammen, Benutzerführung über die Anzeige, Bedienung über nur drei Tasten und Anschluss des elektronischen Feldbuchs Rec 300 oder Rec 500. Das Elta 3 besaß dabei einen zweiachsigen V-Kompensator und die höhere Genauigkeit. Und ab 1990 schließlich wurden die in der Genauigkeit abgestuften Computertachymeter Rec Elta 2, 3 und 4 eingeführt, ergänzt noch durch die Variante Rec Elta RL für reflektorlose Entfernungsmessung (Abb. 14).

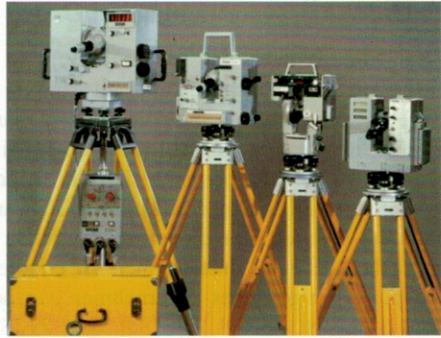
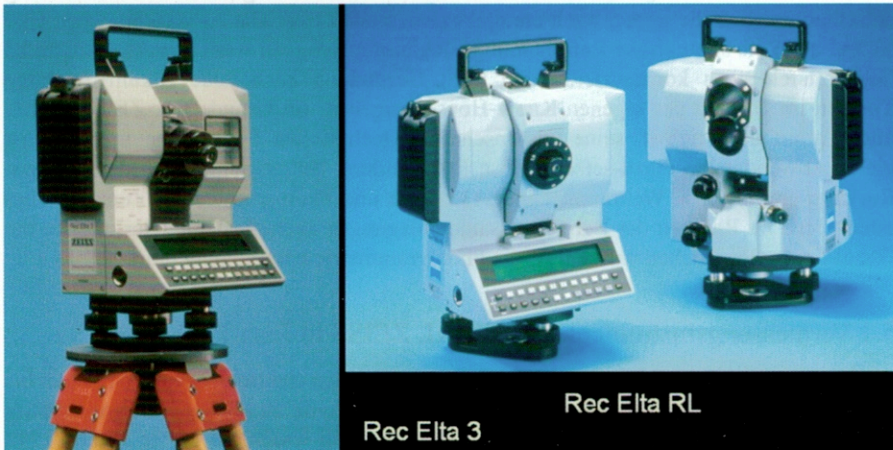


Abb. 12: Elta-Familie 1968 bis 1985 aus Oberkochen

Bereits ab 1979 war laborintern zunehmend auch Software zur Steuerung von Messablauf, Datenfluss und Weiterverarbeitung entwickelt worden. Näheres zu diesen Oberkochener Geo-Entwicklungen ist in *MEIER 1990* beschrieben. Fazit dieser Oberkochener Nachkriegsentwicklung: Insbesondere das Ni 2 und die elektronischen Tachymeter der Elta-Familie waren sehr erfolgreich.

Abb. 14: Rec Elta 3, Rec Elta RL aus Oberkochen (1990)



Rec Elta 3

Rec Elta RL

## 5. Die Wiedervereinigung bei CARL ZEISS ab 1991

Drei Monate nach der Maueröffnung im November 1989 begannen die Gespräche zwischen der Oberkochener und Jenaer Führungsmannschaft, die Ende Mai 1990 zur einvernehmlichen Absicht zum Zusammenschluss führten, sobald dieses unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und sozialer Gesichtspunkte möglich und vertretbar wäre. Parallel dazu bemühte sich die Jenaer Geschäftsführung aber auch bei der noch amtierenden DDR-Regierung um Rückführung des volkseigenen Jenaer Firmenvermögens mit dem Ziel, auf Grund der ursprünglichen Stiftungsbestimmungen auch den Zugriff auf das Oberkochener Unternehmen zu erhalten. Während ZEISS Oberkochen zu diesem Zeitpunkt ein gesundes Unternehmen war, schätzte die Unternehmensberatung BOSTON CONSULTING GROUP (BCG), dass ZEISS Jena ab Frühjahr 1991 nicht mehr liquide sein würde, wenn nicht sofort Sanierungsmaßnahmen ergriffen würden. Grund war der Zusammenbruch des für Jena bisher wichtigen Exports in die sozialistischen Bruderländer, die einerseits mit wirtschaftlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hatten, andererseits ab 1991 in harter DM-Währung zahlen sollten. Daraufhin entstanden ziemliche Ängste und Unruhe sowohl unter den Oberkochener als auch den Jenaer Mitarbeitern /*SCHREINER U. A. 2006/*.

Nachdem das volkseigene Vermögen an die zwischenzeitlich gegründete Treuhandanstalt übertragen worden war, gelang es unter der entscheidenden Mitwirkung des vormaligen Ministerpräsidenten von Baden-Württemberg, LOTHAR SPÄTH, als Berater des Thüringer Ministerpräsidenten, die Festlegungen für eine geordnete Zukunft ab September 1991 zu treffen: Stiftungssitz sind zukünftig Heidenheim und Jena; CARL ZEISS Oberkochen erhält die unternehmerische Verantwortung für das Jenaer Kerngeschäft in einer neu zu gründenden CARL ZEISS JENA GmbH; die JENOPTIK CARL ZEISS JENA GmbH als Rechtsnachfolgerin des Kombines verliert ihren Namensteil „Carl Zeiss“ und übernimmt unter der Geschäftsführung von SPÄTH die Verantwortung für das umfangreichere, restliche Geschäft /*HOBBIE 1992/*.

Wegen der weggefallenen Ostmärkte, des Konjunkturerinbruchs in der gesamten deutschen Wirtschaft, außer im Bausektor, und der noch in Jena und Oberkochen parallel bestehenden Geschäftsbereiche und damit zu großen Kapazitäten drohten ZEISS außerordentliche wirtschaftliche Schwierigkeiten. Die 1995 in Oberkochen neu eingesetzte Geschäftsleitung entschied, endlich die immer noch parallel existierenden Bereiche zu verschmelzen. Und sie traf auch die strategische Entscheidung, sich mittelfristig auf wenige wachstumsstarke Geschäftsfelder zu konzentrieren und nach Gesundung auch neue zukunftssträchtige Themen im Umfeld des eigenen Know-How anzugehen. Im Grunde war ZEISS immer noch darauf ausgerichtet, seine wissenschaftlich-technischen Fähigkeiten in möglichst vielen Anwendungen einzu-setzen. Diese Entscheidung läutete damit auch den späteren Rückzug ein aus u. a. Weltraumtechnik, Geodäsie und Photogrammetrie. Zunächst aber erhielt Jena im Rahmen der Bereichszusammenlegungen auch die Verantwortung für die Geodäsie, in Oberkochen wurde u. a. die Photogrammetrie zusammengeführt.

### 5.1 Vermessungsinstrumente von CARL ZEISS in Jena 1991-1999

Auch wenn die seit den 1970er Jahren in Jena entwickelten elektronischen Tachymeter bis dato mangels Zugriff auf moderne miniaturisierte Elektronik zu schwer, zu unzuverlässig und damit in der westlichen Welt nicht konkurrenzfähig waren, so wurde bereits 1992



Abb. 15: DiNi 10, Eth 50 und Elta R Familie von ZEISS (1994)

Firma AGA GEOTRONICS (später GEOTRONICS AB, ab 1997 SPECTRA PRECISION) hervorgegangen, die 1953 das Geodimeter als ersten elektrooptischen Entfernungsmesser für geodätische Anwendungen herausgebracht hatte. Ab 1971 war der Entfernungsmesser mit einem Theodolit zum Geodimeter 700 kombiniert worden, 1981 dann wurde mit dem Geodimeter 140 das erste vollständige elektronische Tachymeter vorgestellt und

entschieden, die weitere Entwicklung der Vermessungsgeräte beim sehr erfahrenen Jenaer Team der Ingenieure und Wissenschaftler zu konzentrieren. Und so wurde beschlossen, eine nächste günstige Generation elektronischer Geräte in Oberkochen und Jena gemeinschaftlich zu entwickeln und in Jena zu fertigen. Ein Vorteil war auch, dass man in Jena schon mit der Entwicklung von Digitalnivellieren begonnen hatte. Mit tatkräftiger Hilfe der Oberkochener Elektronik-Experten und Einführung eines modernen Konstruktionssystems konnten dann 1994 das digitale Nivellier DiNi 10, der elektronische Theodolit Eth 50 und die elektronischen Tachymeter der Elta R Familie vorgestellt werden (Abb. 15). Das besondere Merkmal des DiNi war, dass für eine korrekte Ablesung nur ein Latten-ausschnitt von 30 cm benötigt wurde.

Intern wurde beschlossen, die Entwicklung und Fertigung rein optisch-mechanischer Instrumente an beiden Standorten aufzugeben und das klassische Geo-Programm nicht fortzuführen. Aber auch für die Geodäsie galt, wie für die Photogrammetrie, die strategische Vorgabe, mittelfristig mit Partnern zusammenzugehen, um so stärker für eine unabhängige Zukunft gerüstet zu sein. Parallel trieb man die Entwicklung der modernen elektronischen Nivelliere und Tachymeter weiter und stellte 1997 die Systemtachymeter Elta S10/20, 1998 die „Communications“-Tachymeter Elta C20/30 (Abb. 16) und 1999 das DiNi 12 als digitales Nivellier der 3. Generation vor /DONATH 2009/.

Das weckte das Interesse der, ebenfalls eine Kooperation suchenden, SPECTRA PRECISION AB in Schweden. Diese Firma war, wie bekannt, aus der schwedischen

ab 1994 hieß die aktuelle Gerätefamilie Geodimeter *600/CHEVES 1999/*. Nach kurzen Verhandlungen gründeten ZEISS und SPECTRA zum 1. Oktober 1999 das gemeinsame Unternehmen ZSP GEODÄTISCHE SYSTEME GmbH in Jena. Geschäftsführer ist heute der bisherige Jenaer Geo-Entwicklungsleiter BERND DONATH.



Abb. 16: Elta S (1997) und Elta C (1998) von ZEISS

## 5.2 Vermessungsinstrumente von TRIMBLE in Jena ab 2000

Bereits ein Jahr nach Gründung dieser Jenaer ZSP GEODÄTISCHE SYSTEME GmbH wurde SPECTRA PRECISION Gruppe im Herbst 2000 von TRIMBLE Navigation Ltd., Sunnyvale/Kalifornien übernommen und damit zum Joint Venture-Partner von ZEISS. Als erfolgreicher GPS-Anbieter hatte TRIMBLE 1999 als Erweiterung der Produktpalette ein eigenes elektronisches Tachymeter TTS 300 vorgestellt, aber wohl eingesehen, dass es einfacher wäre, sich mit Partnern zusammen zu tun. TRIMBLE war 1978 mit dem Ziel gegründet worden, Positionier- und Navigationsprodukte auf Basis des funkgestützten LORAN-Verfahrens zu entwickeln. Ab 1982 hatte man sich dann auf das entstehende GPS-System konzentriert und war damit sehr erfolgreich geworden. Mit dem strategischen Ziel, ein umfassender Anbieter für Navigation, Positionierung und Information in allen geo-bezogenen Anwendungen zu werden, begann man ab der Jahrtausendwende mit zahlreichen Akquisitionen und Partnerschaften: neben SPECTRA PRECISION in 2000 waren das später u. a. ein Joint Venture mit NIKON/Japan und Akquisitionen von APPLANIX/Ontario (2003, Bildflughavigation), GEONAV/Wunstorf (2004, Geo-Software), INPHO/Stuttgart (2007, Photogrammetrie-Software), Ingenieurbüro BREINIG/Kirchheim (2007, Geo-Software), ROLLEIMETRIC/Braunschweig (2008, metrische Kameras), TOPOSYS/Biberach (2008, Lidar) und ASH-TECH/Frankreich (2011, GPS).

Zum 1. Oktober 2002 zog sich ZEISS planmäßig ganz aus dem Mai 2003 als TRIMBLE JENA GmbH firmierenden Joint Venture zurück, wobei aber die CARL ZEISS JENA GmbH weiterhin als Zulieferer und Vermieter bis heute verbunden blieb, und weiterhin ehemalige ZEISSianer den Kern der Jenaer TRIMBLE-Mannschaft bilden. Sowohl das digitale

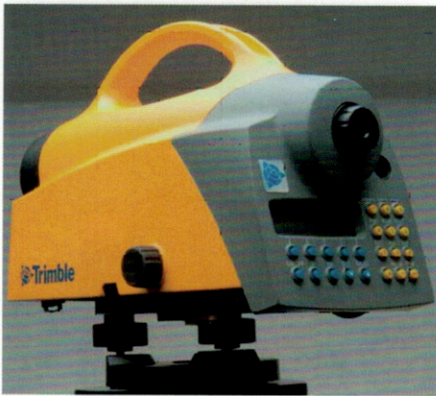


Abb. 17: Jenaer Entwicklungen  
DiNi und Elta C in Trimble-Design

Nivellier wurde nun als TRIMBLE DINI weiter entwickelt als auch die Elta-Familie zur Serie TRIMBLE 3600 (Abb. 17). TRIMBLE setzte aber auch im schwedischen Standort TRIMBLE AB in Danderyd die Tachymeter-Entwicklung und Fertigung fort, wobei die 2005 und 2007 vorgestellten „Robotic Total Station“ TRIMBLE S6 bzw. „Spatial Station“ TRIMBLE VX (mit Kamera) eine Gemeinschaftsentwicklung von Danderyd und Jena war (Abb. 18).

2005 war auch das Jahr, in dem TRIMBLE die Marke SPECTRA PRECISION als eine Zweitmarke für den Vermessungsmarkt mit GNSS-Produkten von ASHTECH, Totalstationen und Zubehör wiederbelebte. Unter diesem Namen werden nicht nur Entwicklungen aus Danderyd und dem japanischen Joint Venture mit NIKON vertrieben, sondern auch außerhalb Japans die nach wie vor bestehenden Vermessungsgeräte von NIKON und seit 2009 auch die vollständig bei der TRIMBLE JENA GmbH entwickelte Totalstation FOCUS 30 (Abb. 19).

## 6. Fazit

Das Unternehmen CARL ZEISS hat seit Anfang des 20. Jahrhunderts das Entwicklungsgeschehen bei photogrammetrischen Instrumenten und Vermessungsgeräten entscheidend geprägt und oft Meilensteine gesetzt. Die deutsche Teilung als Folge des zweiten Weltkrieges bedeutete dabei einerseits eine Zäsur, andererseits eine Wettbewerbssituation der beiden Standorte Jena und Oberkochen. Die erhoffte Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten und beider Unternehmensteile war letztlich von großem Erfolg gekrönt, bürdete aber allen erhebliche Belastungen auf. Für ZEISS bestand die Notwendigkeit, sich auf weniger und zukunftsreiche Geschäftsfelder zu konzentrieren. Allerdings bedeutete diese Fokussierung die mittelfristige Trennung von den historischen Geschäftsbereichen Photogrammetrie und Geodäsie.

Die in Vermessungswesen und Geoinformatik gefragte Expertise (GNSS-Hardware und Bildsensoren kombiniert mit anwendungsspezifischer Software) entfernte sich von den

Abb. 18: Totalstation TRIMBLE S6 (2005)



Abb. 19: FOCUS 30 von SPECTRA PRECISION (TRIMBLE) aus Jena (2009)

bei ZEISS vorherrschenden Technologien wie hochpräzise Feinmechanik und Optik kombiniert mit spezifischer Elektronik und Software. Dieser Wandel ermöglichte zunehmend flexiblen Kleinanbietern mit einfacheren Kostenstrukturen den Markteintritt. So wurde der Wettbewerbsdruck größer als in den von ZEISS als zukunftssträftig angesehenen Geschäftsfeldern.

Damit ist bei ZEISS eine hundertjährige Tradition der geodätischen und photogrammetrischen Instrumentengeschichte zu Ende gegangen. Das wiedervereinigte ZEISS mit gestärkten Standorten in Jena und Oberkochen ist heute wirtschaftlich gesünder und schlagkräftiger als je zuvor. Und es lässt sich feststellen, dass die Übergabe dieser beiden Produktfelder des Vermessungswesen in neue Hände den Umständen entsprechend gut verlaufen ist. Die Erfahrung der geodätischen und photogrammetrischen Instrumenten-Entwicklung in Jena und Oberkochen lebt weiter in den Mitarbeitern und Produkten der Nachfolgefirmlen Z/I IMAGING GmbH (heute ein Teil der HEXAGON-Gruppe, zu der auch LEICA GEOSYSTEMS gehört) und TRIMBLE JENA GmbH. Damit werden auch die „100 Jahre Geodäsie bei ZEISS“ unter einer anderen Fahne fortgesetzt.

## Quellen:

CHEVES, MARC (1999): Geodimeter - The First Name in EDM.

In: Professional Surveyor Magazin, March 1999,

<http://www.profsurv.com/magazine/article.aspx?i=394#sthash.m8BdkmZa.dpuf>

DONATH, BERND (2009): Entwicklung geodätischer Geräte in Jena - ein historischer Exkurs.

In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 116(2009)3, Seite 89 - 105.



- FEIST, WIELAND (2001): Ein Beitrag zur Geschichte der Entwicklung geodätischer Geräte in Jena.  
In: Jenaer Jahrbuch zur Technik- und Industriegeschichte, Band 3, 2001,  
Seite 197 - 222. Christine Jäger KG, Jena, ISBN 3-931743-48-9.
- HELLMUTH, EDITH u. a. (1996): CARL ZEISS: Die Geschichte eines Unternehmens. -  
Band 1: CARL ZEISS 1846 - 1905: Vom Atelier für Mechanik zum führenden  
Unternehmen des optischen Gerätebaus. Böhlau, Köln, ISBN 3-412-05696-0.
- HERMANN, ARMIN (1989): Nur der Name war geblieben - Die abenteuerliche Geschichte  
der Firma CARL ZEISS. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, ISBN 3-421-06515-2.
- HOBBIE, DIERK (1992): Die Zukunft von ZEISS in Jena und Oberkochen.  
In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 99(1992)3, Seite 139 - 141.
- HOBBIE, DIERK (2010): Die Entwicklung photogrammetrischer Verfahren und Instrumente  
bei CARL ZEISS in Oberkochen. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe E, Heft  
Nr. 30, C. H. Beck, München, ISBN 978-3-7696-9673-8.
- MARK, ROLF-PETER (2009): Von ZEISS zu TRIMBLE - 100 Jahre Entwicklung und  
Bau geodätischer Instrumente in Jena.  
In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 116(2009)3, Seite 83 - 88.
- MEIER, HANS-KARSTEN (1990): 30 Jahre Forschung und Entwicklung im ZEISS Werk  
Oberkochen - Kap. 7.6: Geodätische Instrumente. Manuskriptdruck von  
CARL ZEISS, Oberkochen.
- MÜHLFRIEDEL, WOLFGANG u. a. (2004): CARL ZEISS: Die Geschichte eines Unternehmens.  
Band 3: CARL ZEISS in Jena 1945 - 1990. Böhlau, Köln, ISBN 3-412-11196-1.
- SCHÖLER, HORST H. u. a. (2003): HEINRICH WILD und sein Wirken für den geo-  
dätischen Instrumentenbau in Jena. Mitteilungen des DVW Bayern e. V., 1/2003.
- SCHÖLER, HORST H. (2006): Über die Aktivitäten auf dem Gebiet der Photogrammetrie  
und des Baues von Bildmessgeräten im Jenaer ZEISS Werk in der zweiten Hälfte  
des 20. Jahrhunderts. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe E, Heft Nr. 27,  
C. H. Beck, München, ISBN 3-7696-9670-0.
- SCHREINER, KATHARINA u. a. (2006): CARL ZEISS - Ost und West - Geschichte einer  
Wiedervereinigung. Quartus, Bucha bei Jena, ISBN 3-936455-48-1.
- SCHUMANN, RUDOLF (1986): Die Entwicklung der photogrammetrischen Geräte in  
Jena von der Jahrhundert-wende bis zum Jahr 1945. Kompendium Photogrammetrie,  
Band XVIII, Akadem. Verlagsges. Geest & Portig, Leipzig, ISBN 3-321-00005-9.
- WALTER, ROLF u. a. (2000): CARL ZEISS: Die Geschichte eines Unternehmens.  
Band 2: ZEISS 1905 - 1945. Böhlau, Köln, ISBN 3-412-11096-5.
- WILD, HEINRICH (1939): Die neuere Entwicklung einiger geodätischer Instrumente.  
[www.wild-heerbrugg.com/hwartikel.htm](http://www.wild-heerbrugg.com/hwartikel.htm) (2013).

Bildnachweis: Alle Bilder, soweit nicht anders angegeben, von CARL ZEISS,  
TRIMBLE und verbundenen Unternehmen.

## Geschichtlicher Überblick zu Kern, Wild und Leica

### 1. Einleitung

Bereits vor der Gründung der Firma Kern in Aarau wurden in der Schweiz in vielen kleinen Werkstätten, die man als Manufakturen ansehen muss, wissenschaftliche Instrumente gebaut. An dieser Stelle sind die Instrumente von Leonhard Zubler (Zürich, 1563-1611) als Vorläufer der später in England entwickelten Theodoliten zu erwähnen. Ebenfalls in Zürich fertigte der Arzt und Physiker Salomon Hottinger (1649-1713) unter anderem Vermessungsinstrumente. Den ersten Theodolit der Schweiz baute Jaques Paul (1733-1796) in Genf nach französischen Vorbildern (Abb. 1).

Bemerkenswert sind auch die Instrumente der Gebrüder Christian und Ulrich Schenk. Ulrich Schenk war nach eine Lehre bei Georg Friedrich Reichenbach, München, in der Lage, komplexe Vermessungsinstrumente, wie Teilmaschinen, Theodolite und einen Borda-Kreis zu bauen (Abb. 2).

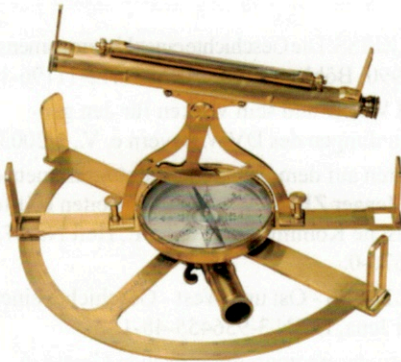


Abb. 1: Der erste Theodolit der Schweiz  
(Musée d'Histoire des Sciences, Geneve)

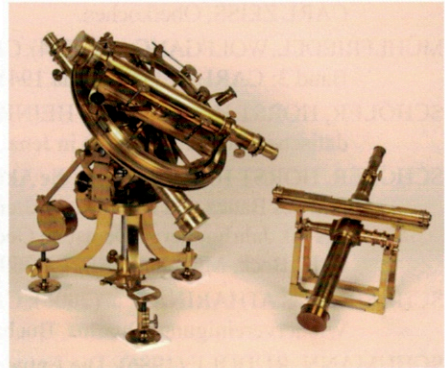


Abb. 2: Borda-Kreis von Ulrich Schenk, 1826  
(Sammlung Landestopographie)

### 2. Der Instrumentenbau in der Schweiz

#### 2.1 Die Gründung der Firma Kern in Aarau

Jacob Kern (1790-1867) begann nach seinen Lehr- und Wanderjahren in Frankreich und Deutschland, unter anderem auch bei Georg Friedrich Reichenbach und Joseph Fraunhofer, mit dem Bau von wissenschaftlichen Instrumenten. Auch wenn Kern das Verdienst zukommt, 1819 die erste bedeutende schweizerische Firma im Bereich des geodätischen Instrumentenbaus gegründet zu haben, so orientieren sich seine Instrumente zunächst an deutschen und französischen Vorbildern, wie er sie während seines vierzehnjährigen Auslandsaufenthalts kennengelernt hatte. Während in der ersten Periode die Instrumente jeweils Einzelanfertigungen waren, begann auch bei Kern ab 1880 das Industriezeitalter

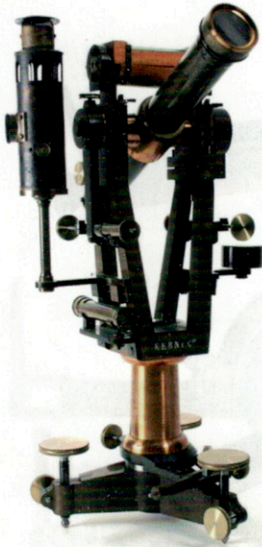


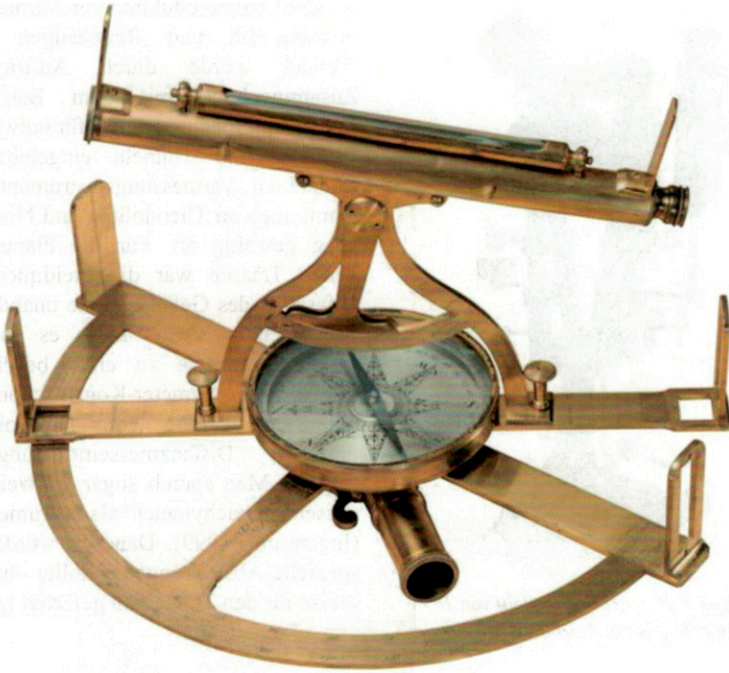
Abb.3: Simplon Absteckungstheodolit von 1898  
(Studiensammlung Kern, Aarau)

mit der Serienproduktion von Vermessungsinstrumenten und Reisszeugen. Dieser Wandel wurde durch Aufträge im Zusammenhang mit dem Bau neuer Eisenbahnlinien und den dafür notwendigen Brücken und Tunneln eingeleitet. Der Bedarf an Vermessungsinstrumenten und damit auch an Theodoliten und Nivellieren stieg gewaltig an. Für die Planung von neuen Trassen war die dreidimensionale Erfassung des Geländes eine unabdingbare Voraussetzung. So kam es um die Jahrhundertwende zu einer beachtlichen Zahl von Tachymeter-Konstruktionen, die eine Kombination von Theodolit und optischer Distanzmesseinrichtung darstellten. Man sprach sogar zeitweise vom „Eisenbahntachymeter“ als Instrumententyp (Ingensand, 1999). Daneben wurden auch spezielle Absteckungstheodolite ohne Teilkreise für den Tunnelbau gefertigt (Abb. 3).

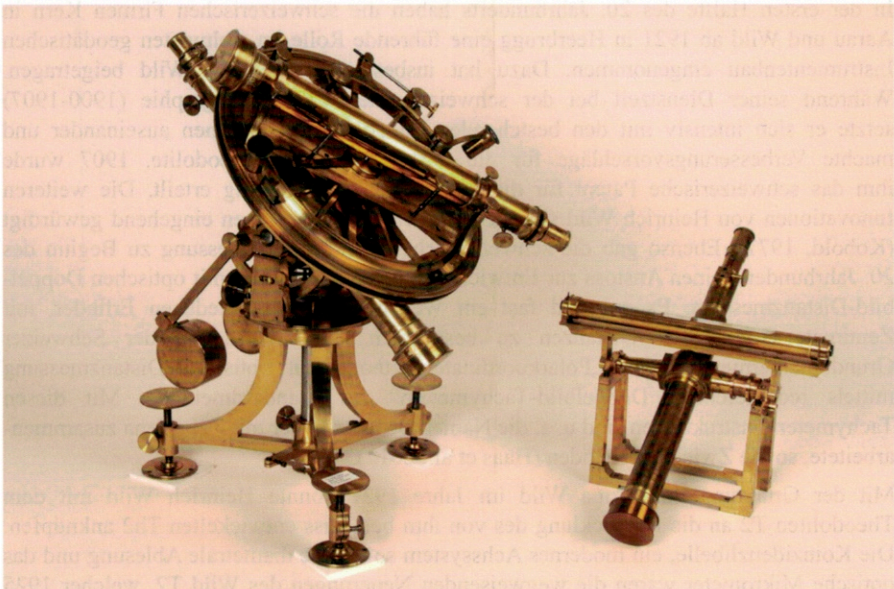
## 2.2 Schweizerische Erfindungen und Instrumentenentwicklungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts haben die schweizerischen Firmen Kern in Aarau und Wild ab 1921 in Heerbrugg eine führende Rolle im weltweiten geodätischen Instrumentenbau eingenommen. Dazu hat insbesondere Heinrich Wild beigetragen. Während seiner Dienstzeit bei der schweizerischen Landestopographie (1900-1907) setzte er sich intensiv mit den bestehenden Theodolitkonstruktionen auseinander und machte Verbesserungsvorschläge für die dort eingesetzten Theodolite. 1907 wurde ihm das schweizerische Patent für die diametrale Kreisablesung erteilt. Die weiteren Innovationen von Heinrich Wild sind in zahlreichen Publikationen eingehend gewürdigt (Kobold, 1977). Ebenso gab die schweizerische Grundbuchvermessung zu Beginn des 20. Jahrhunderts einen Anstoss zur Entwicklung von Tachymetern mit optischen Doppelbild-Distanzmessern. Es entstand fast ein Wettstreit der verschiedenen Erfinder, mit Zentimeter-Genauigkeit Distanzen zu bestimmen. 1927 wurde in der Schweizer Grundbuchvermessung die „Polarkoordinatenmethode mit optischer Distanzmessung mittels reduzierenden Doppelbild-Tachymetern“ zur Standardmethode. Mit diesen Tachymeterkonstruktionen sind u. a. die Namen Bosshardt, der mit Zeiss Jena zusammenarbeitete, sowie Zwicky verbunden (Haas et al.; 2012).

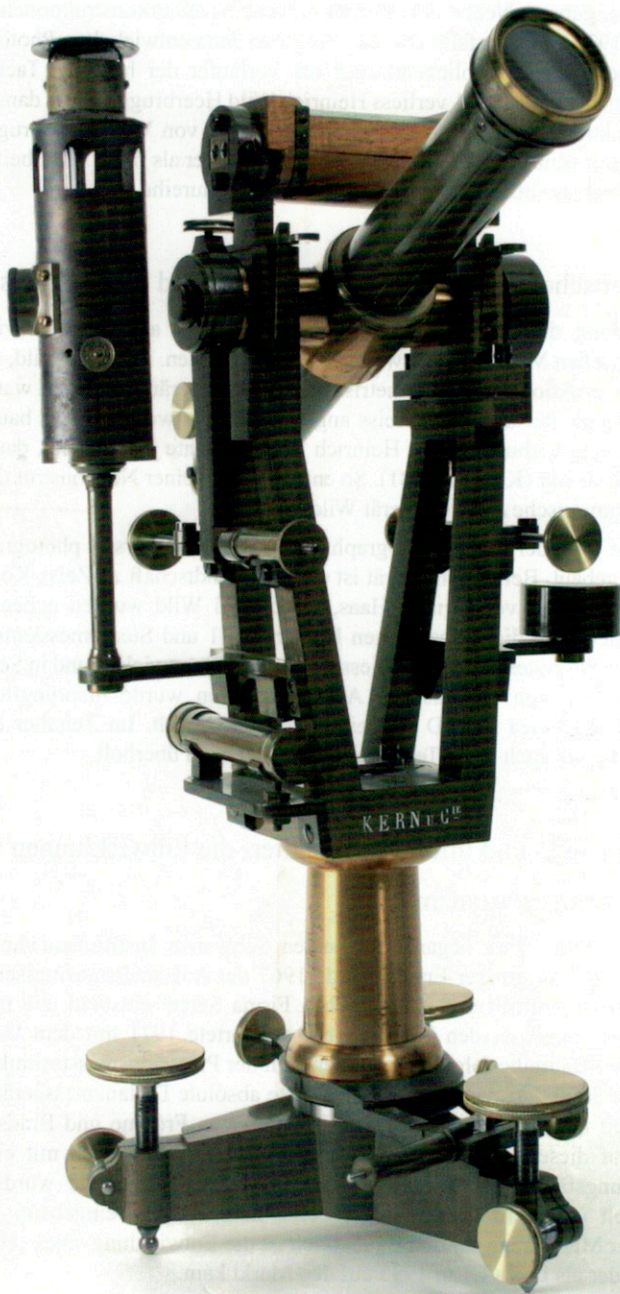
Mit der Gründung der Firma Wild im Jahre 1921 konnte Heinrich Wild mit dem Theodoliten T2 an die Entwicklung des von ihm bei Zeiss entwickelten Th2 anknüpfen. Die Koinzidenzlibelle, ein modernes Achssystem sowie die diametrale Ablesung und das optische Mikrometer waren die wegweisenden Neuerungen des Wild T2, welcher 1925 mit dem genaueren Wild T3 konstruktiv fortgesetzt wurde. Der T2 wurde mit über 100.000



vergrößerte Abb. 1, S. 48: Der erste Theodolit der Schweiz (Musée d'Histoire des Sciences, Geneve)



vergrößerte Abb. 2, S. 48: Borda-Kreis von Ulrich Schenk, 1826



vergrößerte Abb. 3, S. 49: Simplon Absteckungstheodolit von 1898 (Studiensammlung Kern, Aarau)

Exemplaren der weltweit erfolgreichste optische Theodolit überhaupt und wurde bis 1996, zuletzt in China, gebaut. Neben den Theodolit- und Nivellierkonstruktionen verbesserte Heinrich Wild 1923 den ebenfalls von ihm bei Zeiss Jena entwickelten Phototheodoliten. Dieses Instrument kann rückblickend auch als Vorläufer der heutigen Tachymeter mit integrierter Kamera gelten. 1931 verliess Heinrich Wild Heerbrugg, leitete dann von Zürich aus die Konstruktionsarbeiten, um sich dann 1932 ganz von Wild, Heerbrugg, zu lösen. Ab 1936 brachte er seine Ideen bei Kern in Aarau ein, wo er als freier Mitarbeiter arbeitete. Durch seinen Einfluss entstand u. a. die berühmte DK-Baureihe.

## 2.3 Schweizerische photogrammetrische Mess- und Auswertesysteme

Mit der Gründung der Firma Wild im Jahre 1921 war auch die Entwicklung von photogrammetrischen Mess- und Auswertegeräten verbunden. Heinrich Wild, der bei Zeiss nicht in der Konstruktion photogrammetrischer Auswertegeräte involviert war, wurde von einem freien Mitarbeiter der Firma Zeiss angeregt, ein Auswertegerät zu bauen, bei dem Lenker und Kamera verbunden war. Heinrich Wild erkannte jedoch bald, dass diese Idee grundlegend falsch war (Kobold, 1981). So entstand nach einer Neukonstruktion 1923 das erste photogrammetrische Auswertegerät Wild A1\*.

Bei Kern wurde 1929 der Photo-Kartograph Ordovas-Kern als erstes photogrammetrische Auswertegerät gebaut. Bei diesem Gerät ist eine Verwandtschaft zu Zeiss-Konstruktionen ebenfalls nicht ganz zu verleugnen (Haas, 2012). Bei Wild wurden neben den Phototheodoliten später dann die terrestrischen Kameras P31 und Stereomesskameras gebaut. Ab 1925 wurden die ersten Reihenbildmesskameras (RC) entwickelt und in Serie gefertigt. Die letzte Baureihe von analytischen Auswertegeräten wurde ursprünglich bei Kern entworfen und von Leica zur SD Baureihe weiterentwickelt. Im Zeitalter der digitalen Auswertung sind nun auch diese Technologien weitgehend überholt.

## 2.4 Das Elektronik- und Informatikzeitalter- die Entwicklungen ab 1960

### 2.4.1 Elektronische Distanzmesser

Ab Mitte der 1960er Jahre begann bei beiden Schweizer Instrumentenherstellern das Elektronikzeitalter. Ein grosser Erfolg wurde 1967 der Aufsatzdistanzmesser Wild DI10, der in Zusammenarbeit mit der französischen Firma Sercel entstand und mit optischen Theodoliten kombiniert werden konnte. Kern antwortete 1971 mit dem DM1000, dem 1973 die DM500-Baureihe folgte. Ein Meilenstein der Präzisionsmesstechnik stellte 1976 das Mekometer 3000 dar; das weltweit genaueste absolute Distanzmessgerät, welches in Zusammenarbeit mit Com Rad LTD nach Patenten von Froome und Bradsell entstand. 1986 wurde auf dieser Basis das Nachfolgergerät Mekometer 5000 mit einer deutlich höheren Leistungsfähigkeit präsentiert. Die Mekometertechnologie wurde permanent weiterentwickelt und wird heute in den Leica Lasertrackern eingebaut. Ein weiterer technologischer Meilenstein für den Baubereich ist die Entwicklung eines „elektronischen Messbandes“, der als Leica Disto 1993 auf den Markt kam.

---

\* Die Buchstaben A und B der Wild Auswertegeräte stehen für: A = Autograph erster Ordnung; B = Bildmessgerät zweiter Ordnung. Bei Kern wurden die Geräte PG benannt. PG = Photogrammetrie Gerät.

## 2.4.2 Elektronische Tachymeter

1977 wurde von Kern auf dem FIG Kongress in Stockholm der elektronische Theodolit Kern E2 und von Wild Heerbrugg der erste elektronische Tachymeter TC1 mit einem aufsetzbaren Kassettenspeichergerät vorgestellt. Der E2 war aber erst zwei Jahre später lieferbar. Zusammen mit der Kern DM500-Baureihe entstand ein modulares System. Der Wild TC1 wurde bereits 1982 durch die neue Baureihe Wild T2000 abgelöst. Dieses Instrument wies einen der genauesten absoluten Winkelabgriffe auf, der mit einem rotierenden Teilkreis auf einem Zeit- bzw. Phasenmessverfahren von Sercel beruhte.

Neben Präzisionstheodoliten bzw. Tachymetern wurde 1984 zur Ablösung der optischen Wild Theodolite mittlerer Genauigkeit, T1 bzw. T16, eine neue Generation von elektronischen Theodoliten mit absoluten Encodern als WILD T1000-Baureihe vorgestellt. Verbunden mit der Entwicklung zum T1600 wurde bei Wild 1988 auch erstmalig eine sogenannte Theodolitprüfmaschine (TPM) entwickelt, auf der jeder elektronische Theodolit kalibriert werden konnte (Ingensand, 1988). Bei Kern war der E10 der letzte in Aarau entwickelte Tachymeter, welcher jedoch im Zuge der Übernahme durch Wild-Leitz nicht mehr in Serie ging (Abb. 4). Ein besonders konstruktives Merkmal war die Skelettbauweise, die einen modularen Aufbau ermöglichte. So war auch eine Variante mit integriertem Mekometer und Motorisierung vorgesehen (Gottwald, 2001). Mit diesem Gerät wurde auch ein neues Bedienungskonzept entworfen, welches die Bedienung des späteren Wild TC1610 nachhaltig beeinflusst hat.

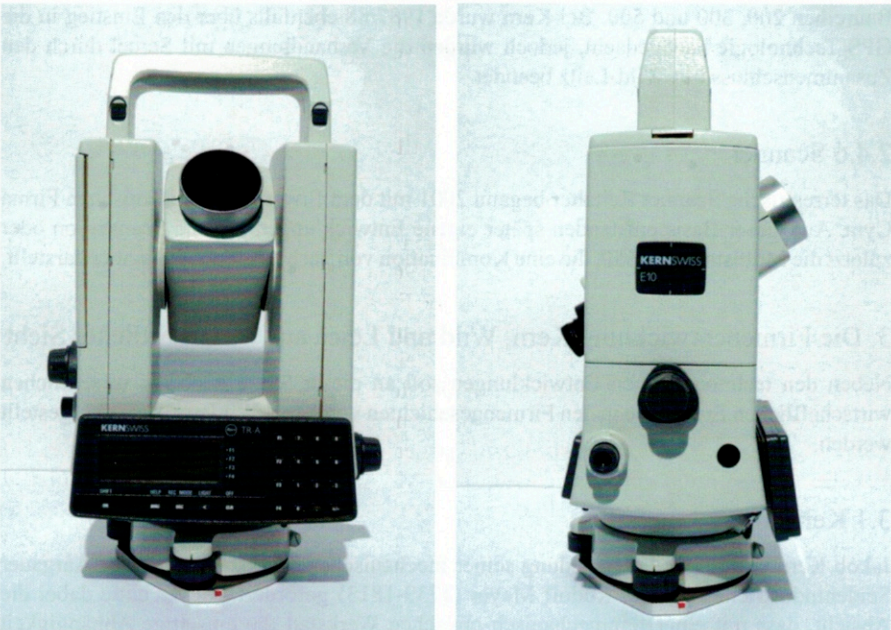


Abb. 4: Kern E10, 1988 (Photo Sammlung IGP-ETHZ)

### 2.4.3 Motorisierte Videotheodolite und industrielle Messsysteme

Mitte der 1980er Jahre begann bei beiden Firmen das Zeitalter der motorisierten Theodolite; später dann auch in Kombination mit Videokameras zur automatischen Anzielung und parfokalen Fernrohren als WILD TM3000V bzw. Kern E2-SE. Bei Wild entstand das Automatische Theodolit Mess System (ATMS) und bei Kern analog das Electronic Coordinates Determination System (ECDS) und später das System for Positioning and Automated Coordinate Evaluation (Space). 1987/88 gab es eine Zusammenarbeit von Kern mit Dr. Kam Lau, der das erste Patent für sogenannte Lasertracker hatte. Der Kern LTD500 bildete damit die Grundlage der heutigen Leica Lasertracker.

### 2.4.4 Das erste Digitalnivellier der Welt

Mit dem NA2000 Digitalnivellier, welches auf einer bei Wild 1984 patentierten Technologie basierte, war Leica 1990 der weltweit erste Serienhersteller mit diesem neuen Instrumententyp. Ein Jahr später folgte dann das genauere Präzisionsnivellier NA3000. Diese Technologie wurde später auch Grundlage für eine ganze Familie von Digitalnivellieren, sowohl für den Baubereich, als auch für Präzisionsaufgaben.

### 2.4.5 GPS

In den 1980 Jahren erkannte man auch bei Wild Heerbrugg die Bedeutung der neuen GPS Technologie für die Vermessung. Es war offensichtlich, dass das Zeitalter der Triangulation und Trilateration zu Ende ging. In Zusammenarbeit mit Magnavox, Torrance, (ab 1984) entstanden bei Wild 1986 die ersten WM101/102 GPS Empfänger. Später folgten dann die Baureihen 200, 300 und 500. Bei Kern wurde 1987/88 ebenfalls über den Einstieg in die GPS Technologie nachgedacht, jedoch wurden die Verhandlungen mit Sercel durch den Zusammenschluss mit Wild-Leitz beendet

### 2.4.6 Scanner

Das terrestrische Scanner Zeitalter begann 2001 mit dem Erwerb der kalifornischen Firma Cyra. Auf dieser Basis entstanden später eigene Entwicklungen wie die Scanstation oder zuletzt die Multistation MS50, die eine Kombination von Tachymeter und Scanner darstellt.

## 3. Die Firmenentwicklung Kern, Wild und Leica aus wirtschaftlicher Sicht

Neben den technologischen Entwicklungen soll an dieser Stelle auch die wesentlichen wirtschaftlichen Ereignisse in den Firmengeschichten von Kern, Wild und Leica vorgestellt werden.

### 3.1 Kern Aarau

Jakob Kern wurde bei der Gründung seiner mechanischen Werkstatt durch den Aargauer Seidenindustriellen Johann Rudolf Meyer (1739-1813) gefördert. Meyer hatte dabei die Absicht, dass mit einer feinmechanisch-optischen Werkstatt die einseitige Abhängigkeit von der regionalen Textilwirtschaft reduziert werden sollte. Kern, Aarau, wurde im Verlauf



des 20. Jahrhunderts immer wieder durch wirtschaftliche Krisen geschüttelt. So musste Ende 1921 der Betrieb temporär stillgelegt und 30 % vom Aktienkapital abgeschrieben werden, was sich 1932 mit einer 50 % Abschreibung wiederholte (Aeschlimann, 2005). Es ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass es immer wieder Versuche einer Annäherung und Zusammenarbeit zwischen Kern und Wild gab, die jedoch stets erfolglos blieben (Haas, 2012). Jedoch gab es „hinter den Kulissen“ finanzielle Verbindungen, da bereits 1966 in einer weiteren Krisensituation bei Kern mit Max Schmidheiny eine Übernahme von Kern Aktien vereinbart wurde. In den 1980er Jahren gingen durch Kostennachteile infolge der hohen Qualitätsansprüche und Missmanagement des Unternehmens immer mehr Marktanteile verloren (Aeschlimann, 2005). Die Hintergründe für den endgültigen Verkauf der Kern Aktien im Jahr 1988 an die Schmidheiny Familie mit der anschliessenden Fusion der beiden Firmen sind jedoch bis heute nicht eindeutig geklärt, da es auch Angebote von anderen Investoren gab (Haas, 2012).

### Übersicht Kern 1819-1988

1819	Gründung der Firma Kern & Co in Aarau, Schweiz
1826	Kern baut den ersten Theodoliten für die Triangulation im Thurgau
1925	Erste Kontakte für eine Zusammenarbeit zwischen Kern und Wild, jedoch ohne Erfolg
1929	Zusammenarbeitsvertrag mit Leitz Wetzlar, der nach einem Jahr aufgelöst wird
1935	Zusammenarbeit mit Heinrich Wild als freiem Mitarbeiter
1988	Übernahme der Aktienmehrheit von Kern, Aarau, durch Wild-Leitz

### 3.2 Wild Heerbrugg

Auch bei der Gründung der Firma Wild spielten wirtschaftliche Krisen, wie z. B. der Niedergang der Textilindustrie im Rheintal, eine entscheidende Rolle. Wie auch bei Kern in Aarau förderten in den 1920er Jahren Investoren wie Robert Helbling und Jacob Schmidheiny die Gründung der Firma Wild, um die Abhängigkeit des St. Galler Rheintales von der Textilindustrie zu reduzieren. 1923 ist das Gründungskapital der Firma aber bereits aufgebraucht. Um endlich aus der Finanzmisere herauszukommen, wird die “Verkaufsaktiengesellschaft Heinrich Wild’s Geodätische Instrumente Heerbrugg” gegründet. Trotz der teilweise fast aussichtslos scheinenden Lage beteiligt sich Ernst Schmidheiny, der Bruder von Jacob Schmidheiny, mit beträchtlichen Summen an der jungen Firma (Stockmeier et al., 1996). Auch in den folgenden Jahren wird Wild Heerbrugg immer wieder durch Wirtschaftskrisen geschüttelt, die das Unternehmen jedoch erfolgreich überstanden hat.

### Übersicht Wild , Wild-Leitz 1921-1989

1921	Gründung der Firma Heinrich Wild Werkstätte f. Feinmechanik u. Optik in Heerbrugg
1925	Gründung der Optikfertigung in Rebstein
1931	Heinrich Wild verlässt die Firma
1947	Beginn der Mikroskopfertigung
1974	Wild Heerbrugg wird Mehrheitsaktionär bei Leitz, Wetzlar
1986	Vollständige Übernahme von Leitz, Wetzlar, inkl. Leica Camera. Bildung der Wild Leitz Gruppe
1988	Übernahme der Aktienmehrheit von Kern, Aarau, durch Wild-Leitz

### 3.3 Der Leica Konzern von 1990 bis heute

Wie bei anderen internationalen Konzernen war die Zeit von 1990 bis 2002 bei Leica sowohl durch zahlreiche Akquisitionen von Firmen, als auch eine Fokussierung auf die sogenannten Kernkompetenzen gekennzeichnet. Als Vorbereitung für einen Börsengang wurde der Leica Konzern in die verschiedenen Konzernsparten Kameras, Mikroskope und Vermessungsinstrumente aufgeteilt. Dadurch entstand die Firma Leica-Geosystems, die wiederum Teile der Produktionsbetriebe ausgliederte. Die grösste Veränderung war die die Übernahme der Aktienmehrheit an Leica Geosystems durch den schwedischen Hexagon Konzern im Jahr 2005.

#### Übersicht Leica 1990 bis heute

- 1990 Bildung des Leica Konzerns nach der Fusion mit Cambridge Instruments
- 1997 Der Leica Konzern teilt sich in Leica Microsystems und Leica Geosystems auf; Leica Geosystems wird unabhängig
- 2000 Leica Geosystems geht an die Schweizer Börse
- 2001 Leica Geosystems erwirbt Laser Alignment; übernimmt Cyra Technologies Inc., San Ramon, CA, USA, erwirbt ERDAS, Inc. Atlanta, GA, USA  
Beteiligung an der AED Graphics
- 2002 Ausgliederung der SwissOptic und Verkauf an Berliner Glas, Wiltronic an Escatec, Vectronix an Sagem und APM Technica als Management Buy-out
- 2005 Zusammenschluss mit Hexagon AB, Schweden
- 2007 Hexagon AB als Mutterkonzern von Leica Geosystems und NovAtel Inc. haben eine definitive Vereinbarung geschlossen, in deren Rahmen Hexagon sich zum Erwerb aller ausstehenden Aktien von NovAtel zum Preis 50 USD pro Stück bereit erklärt hat.
- 2010 Übernahme der Firma Intergraph durch den Hexagon-Konzern unter dem Dach von „Hexagon Geosystems“ Aus dem Airborne-Sensorbereich der Unternehmen Leica Geosystems und Z/I Imaging entstand der neue Bereich „Geospatial Solutions Division“  
Bereits anfangs der 2000er Jahre wurde auch eine Zusammenarbeit mit der Firma Zeiss beim Bau von digitalen Luftbildkameras eingeleitet, aber bald wieder abgebrochen. Der Kauf von Zeiss-Intergraph durch Hexagon im Jahr 2010, als Konsequenz der Aufteilung und Verkauf von Teilen des Zeiss Konzerns, schliesst dann wiederum einen Kreis.

## 4. Zusammenfassung

Einer der grössten Veränderungen für den Vermessungsbereich war sicherlich die Übernahme der Firma Kern durch Wild. Die anschliessende Fusion von Kern und Wild hatte dabei nicht nur für Kern Auswirkungen, sondern wirkte sich unmittelbar auch auf die Produktstrategie im Bereich Vermessung des Wild-Leitz Konzerns aus, der nach der nahezu gleichzeitigen Übernahme von Leitz, Wetzlar, entstanden war. Unmittelbar nach der Übernahme von Kern wurden die Entwicklungen und Produkte beider Firmen bewertet und danach Entscheidungen getroffen, ob ein Produkt weitergebaut oder eine Idee weiterentwickelt wurde oder nicht. Aus der Sicht des Autors, der diese Zeit als Entwicklungsingenieur aktiv miterlebt hat, sind viele Ideen der Firma Kern in die Produkte der Firma Leica eingeflossen.

## Zur Entwicklungsgeschichte des Vermessungskreisels

### 1. Einführung

Der Vermessungskreisel ist heute für zahlreiche Vermessungsprojekte ein unverzichtbares Instrument. Seine Fähigkeit der autonomen Richtungsbestimmung ist überall dort, wo die traditionellen Verfahren, hierzu gehört auch bereits das GPS, versagen oder unzureichend zuverlässige Ergebnisse liefern, eine wertvolle Eigenschaft, um die Messaufgabe erst zu ermöglichen oder in ihrer Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit zu steigern. Somit liegen heute die Hauptanwendungsbereiche zum einen im Tunnel- und Bergbau; zum anderen werden Verfahren der unabhängigen Richtungsbestimmung auch im militärischen Bereich eingesetzt, wobei hier die Möglichkeiten über GPS und Inertialtechnologie den Einsatzbereich des nordsuchenden Kreisels stark gemindert haben. Diese beiden Anwendungsbereiche, zivil und militärisch, haben in der Vergangenheit auch die erforderlichen Impulse gegeben, diesen Gerätetyp zu entwickeln bzw. weiterzuentwickeln. Obwohl die ersten Konstruktionskonzepte vor ca. 100 Jahren entstanden und somit der Vermessungskreisel im Vergleich zu anderen geodätischen Instrumenten wie z. B. dem Theodolit relativ jung ist, begann der wesentliche Entwicklungsschub erst nach dem zweiten Weltkrieg. Das gesamte Instrumentarium war damals sehr schwer, die Handhabung war rein manuell, umständlich und erforderte viel Beobachtungsgeschick; die Messzeiten beanspruchten Stunden. Dies führte deshalb in den Anfängen zu einem verhaltenen Einsatz und einer kritischen Bewertung.

Obgleich aber die Vermessungskreisel der neuesten Generation einen hohen Automatisierungsgrad erreicht haben, bleibt der Umgang mit diesem Instrumententyp nach wie vor meist nur Spezialisten vorbehalten. Dies liegt zum einen am Funktionsprinzip, dass ohne entsprechende physikalische Kenntnisse nur schwer verständlich ist, zum anderen an der weiteren Verarbeitung des Messergebnisses; denn ohne Kenntnisse über notwendige Korrekturen und geodätische Reduktionen, ohne Erfahrungen über mögliche systematische Einflussgrößen wird es kaum möglich sein, die hohe instrumentelle Genauigkeit bei der gewünschten Richtungsangabe umzusetzen.

Nachfolgend wird zunächst ein historischer Überblick der Entwicklungen bis zum zweiten Weltkrieg gegeben. Danach werden dann die wichtigsten instrumentellen Entwicklungen und Funktionsprinzipien unterschiedlicher Hersteller nach ca. 1950 vorgestellt. Hierbei wird nicht nur auf die herausragenden Fortschritte in Deutschland eingegangen, sondern auch eine kurze Übersicht der im Ausland entwickelten Geräte vermittelt.

### 2. Historischer Überblick

Die grundlegenden physikalischen Erkenntnisse über die Kreiselbewegung gehen vorrangig auf den französischen Physiker Jean Bernard Léon Foucault (1819-1868) zurück (Abb. 1). Er kam bei seinen Kreiseluntersuchungen 1852 zu der Folgerung, dass „ein Kreisel, dessen Achse an die Horizontalebene gefesselt wird, auf der drehenden Erde bestrebt ist, seine Achse gleichsinnig drehend zu der Erddrehrichtung in den



Abb. 1: J. B. Léon Foucault (1819 - 1868)



Abb. 2: Hermann Anschütz-Kämpfe 1872-1931

Meridian einzustellen“ (GELFERT, 1927, SCHMIDT, 1982). Diese Idee wurde 1884 durch M. Edm. Dubois bei der französischen Kriegsmarine zur Konstruktion eines Richtungsweisers benutzt, über dessen technische Ausführung allerdings wenig bekannt wurde. In Deutschland wurden die ersten Versuche in den 1890er Jahren von Werner von Siemens geleitet, die sich auf ein von van den Bos angemeldetes Patent (D. R. P. Kl. 42, Nr. 34513, Neuerungen an Schiffskompassen) stützten (KLEIN U. SOMMERFELD, 1910; GELFERT, 1927). Zur praktischen Verwertung mangelte es aber allen technischen Ausführungen an der Präzision und Fähigkeit, außerordentlich hohe Drehzahlen des Kreisels zu erzeugen.

Das Bedürfnis zu Herstellung eines brauchbaren Kreiselkompasses wurde aber in jener Zeit besonders akut bei der Verwendung auf Kriegsschiffen. Durch Vermehrung und Verlagerung der Eisenmassen (Munition, Geschütze) wurde das magnetische Erdfeld derartig verzerrt, dass die Angaben des Magnetkompasses fast unbrauchbar wurden. Sowohl mit dieser Notwendigkeit nach einer Innovation als auch durch die mittlerweile erfolgte Bereitstellung geeigneter Elektromotoren waren für Hermann Anschütz-Kämpfe (1872-1931) die Vorbedingungen zur Konstruktion eines Kreiselkompasses gegeben. Im Frühjahr 1903 lag das erste für den Bordgebrauch bestimmte Modell eines Richtungshalters vor, das Anschütz (Abb. 2) auf dem Starnberger See erfolgreich testete; 1904 wurde das Gerät zum ersten Male auf einem Kreuzer der Kaiserlichen Marine auf offener See eingesetzt (SCHELL, 2005). Dieses Gerät meldete der Erfinder im Jahre 1904 zum Reichspatent an, das dann schließlich im Jahre 1907 unter der Nr. 182855 erteilt wurde.

Nach anfänglichen finanziellen Schwierigkeiten erfolgte schließlich in Kiel im Jahre 1905 die Firmengründung Anschütz & Co. Die darauf folgenden Entwicklungstätigkeiten dienten vorrangig dem Kreiselkompass, einem System, das nicht die Richtung zum



Abb. 3: Max Schuler (1882-1972)

Dr. Anschütz und ich sind seit einiger Zeit damit beschäftigt, ein Richtungsinstrument herzustellen, mit dem Polygonzüge ausgerichtet werden können. In Fällen, wo die bisherigen Instrumente und Methoden nicht ausreichen, soll das neue Instrument der Not abhelfen. Dabei wird vorausgesetzt und zur Bedingung gemacht, dass es möglich sei, die Richtung mit einem mittleren Fehler von höchstens einer Bogenminute zu bestimmen.“ (SCHMIDT, 1982). Im gleichen Jahr erfolgten noch durch Anschütz und Schuler der Entwurf des Vermessungskreisels sowie die Ausarbeitung der Patentanmeldung. Somit könnte das Jahr 1914 als die Geburtsstunde des Vermessungskreisels angesehen werden.

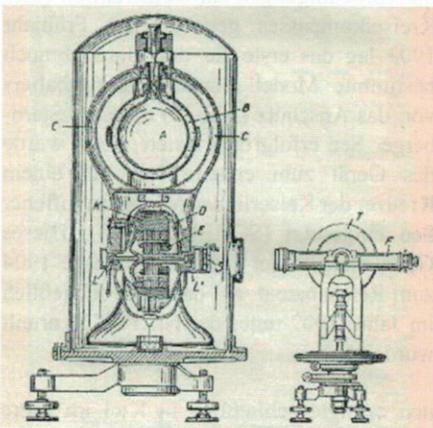


Abb. 4: Konstruktion des Vermessungskreisels nach M. Schuler, 1921 (aus Gelfert, 1927)

magnetischen, sondern zum geographischen Nordpol anzeigte. Wesentliche theoretische Grundlagen hierzu lieferte der Vetter von Anschütz, Max Schuler (1882-1972) (Abb. 3), der an der Technischen Hochschule in München ein Studium in Fachgebiet Maschinenbau absolviert hatte und bei Prof. A. Föppl schon sehr früh mit der Theorie des Kreisels konfrontiert wurde. Mit Hilfe Schulers konnte dann im Jahre 1907 der erste bordtaugliche Kreiselskompass gefertigt und eingesetzt werden.

Schuler trat 1914 in die Geschäftsleitung ein und wurde Initiator zahlreicher Erfindungen. Während seiner Arbeiten bei der Fa. Anschütz & Co. wurde im Jahre 1914 durch den Markscheider K. Haußmann (1860-1940), o. Professor für Markscheidewesen an der RWTH Aachen, später an der TH Charlottenbeurg, an Dr. Anschütz die Anregung zum Bau eines Vermessungskreisels herangetragen: „Herr

Die Patentanmeldung durch die Firma Anschütz & Co. erfolgte dann am 2. April. 1915, DRP Nr. 322 144, 42c 35/01. Durch die Auswirkungen des 1. Weltkriegs konnte dieses Patent jedoch erst am 1. April 1921 veröffentlicht werden. In der Zeit von 1919 bis 1921 konstruierte Schuler bei der Fa. Anschütz & Co. den ersten Vermessungskreisels (Abb. 4) und führte auch erfolgreich Labormessungen durch, wobei Genauigkeiten von 20'' erreicht wurden.

Nach ersten Versuchsmessungen untertage mit dem Vermessungskreisels Nr. 1 (350 kg) auf der Zeche Centrum in Wattenscheid bestellten im Juni 1922 die Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK), Bochum

und die Rheinischen Stahlwerke AG, Essen bei Anschütz & Co. je eine „Vermessungskreiselanlage“ zum Preise von 1 250 000 Mark. Die Fa. Anschütz & Co., Schuler sowie K. Lehmann (1914-1983), der damals Markscheider bei den Rheinischen Stahlwerken, Essen war, versuchten in den nachfolgenden Jahren in Kooperation mit der Fa. Breithaupt, Kassel ein verbessertes Gerät zu entwickeln, den Vermessungskreisel Nr. 2 (VON MACKENSEN, 1987). Dieses Gerät stellte K. Lehmann 1926 auf der Hauptversammlung des Deutschen Markscheider-Vereins vor und Professor Fox, Clausthal berichtete über erste Versuchsmessungen, die bereits erkennen lassen sollten, dass eine Genauigkeit von 1' erreicht werden könnte (SCHULTE, 1926). Da die angestrebten Genauigkeiten aber doch nicht erreicht werden konnten, stellte die Fa. Anschütz & Co. 1929 die Arbeiten an dem Projekt „Vermessungskreisel“ ein, womit zunächst der Versuch gescheitert war, den Vermessungskreisel für praktische Anwendungen untertage einzuführen.

Erst unter Prof. Dr. O. Rellensmann (1895-1970) wurden dann nach dem 2. Weltkrieg im Jahre 1947 an der Bergakademie in Clausthal, Institut für Markscheidewesen, die Entwicklungsarbeiten am Vermessungskreisel wieder neu aufgenommen. Die guten Ergebnisse des ersten Versuchsgerätes ermutigten zur Weiterentwicklung für ein

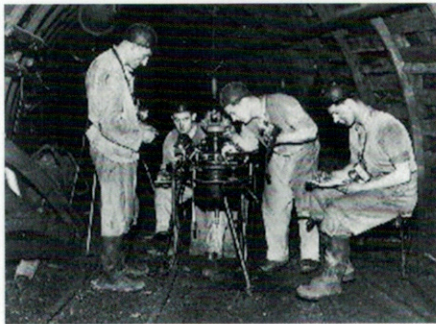


Abb. 5: Der Meridianweiser MW2 (1950)  
aus Stier, 1982

praxistaugliches Gerät untertage. In Zusammenarbeit mit Prof. Dr. K. Lehmann, Fa. Ruhrfeinmechanik, Essen entstand der Meridianweiser MW 1, dessen erste Einsätze

im Steinkohlebergbau im Herbst 1949 stattfanden. Das Gesamtgewicht der notwendigen instrumentellen Ausrüstung betrug ca. 640 kg (STIER, 1980). Durch fortlaufende Verbesserungen zum MW 2 und praktische Einsätze (Abb. 5) entstand dann in den darauf folgenden Jahren die Entwicklungsserie der „Meridianweiser“ (MW).

### 3. Die Entwicklungen in Deutschland ab ca. 1950

#### 3.1 Entwicklungen bei der WBK

##### und dem Institut für Markscheidewesen in Clausthal

Nach Auflösung der Fa. Ruhrfeinmechanik, Essen wurde bei der Westfälischen Berggewerkschaftskasse (WBK), Bochum am 1.7.1953 unter der Leitung von K. H. Stier die Kreiselmessstelle eingerichtet; sie übernahm die bis dahin entwickelten Geräte MW1 und MW2. Diese Einrichtung führte nicht nur zahlreiche Kreiselmessungen als Dienstleistung für den Steinkohlebergbau durch, sondern verfolgte auch die instrumentellen Entwicklungen in einer Kooperationsgemeinschaft mit dem Institut für Markscheidewesen der Bergakademie Clausthal weiter. Diese Forschungsgemeinschaft bestand bis zum Jahre 1968, nachdem im Jahre 1966 Prof. Rellensmann emeritiert worden war.

Die erste bedeutsame Entwicklung war im Jahre 1955 der MW3, der wesentliche konstruktive Verbesserungen gegenüber seinen Vorgängern aufwies, wie vor allem der neue optische Abgriff der Kreiselschwingung über Autokollimation sowie die feste

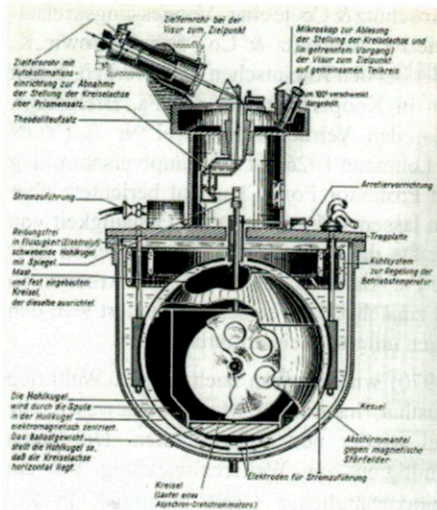


Abb. 6: Der Meridianweiser Typ MW3 aus dem Jahre 1955, aus STIER 1959

zentrische Zuordnung des Anbau-Theodolits oberhalb des Kreiselgerätes (Abb. 6).

Lag die Genauigkeit beim MW2 noch bei  $u = 2''$  so konnte mit dem neuen MW3 bereits eine Messunsicherheit von  $u = 35''$  erreicht werden. Weitere Entwicklungsschritte folgten (s. a. Tab. 1), die vor allem der Energier Einsparung und Gewichtsreduzierung galten. So wurde beim MW4/4a die elektromagnetische Zentrierung der Hohlkugel mit Kreisel durch eine Bandhängung des Kreiselschwimmers ersetzt (STIER, 1980). Weitere Versuche führten mit der Verwendung eines Kleinkreisels von BGT (Bodenseewerk Gerätetechnik, Überlingen) 1963 zu dem wesentlich kleineren und leichteren MW10.

Typenbezeichnung	Jahr	Gewicht [kg]	Schwingzeit T [min]	Beobachtungszeit	Messunsicherheit u
MW 1	1949			Versuchsgerät	
MW 2	1950	405	26	3-5 Std	2'' (37 mgon)
MW 3	1955	82 (405)	26	2-3 Std.	35'' (10 mgon)
MW 4 / 4a	1959	72 (160)	16	1,5 Std.	10'' (3 mgon)
MW 10	1963	37 (98)	10	45 min	15'' (4,5 mgon)
MW 7	1968	(85)	-	75 min	10'' (3,0 mgon)
MW 50a	1973	8 (22)	2	12 min	1'(20 mgon)
MW 77	1977	16 (31)	3	10 min	7'' (2,0 mgon)
Gyromat	1978	16 (41)	3	10 min	3'' (1,0 mgon)
Gyromat 2000	1991	16 (34)	3	9 min	3'' (1 mgon)
Gyromat 3000	2005	16,5 (50,5)	3	10 min	3'' (1mgon)
Gyromat 5000	2013	16,5 (50,5)	3	6-9 min	2,7''(0,8 mgon)

Tab. 1: Entwicklungen der Vermessungskreisel bei der WBK bzw. DMT Angabe in ( ) geben das Gewicht der gesamten Messausrüstung an

Bereits seit längerem wurde in Clausthal unter Rellensmann mit Kleinkreiseln, bandgehängt und ohne Flüssigkeitsentlastung, experimentiert. Nach diesem Konstruktionsprinzip entstanden bereits 1959 der Kreiselschwerelosimeter KT1 und 1960 der Aufsatzkreisel TK1, die beide später von der Fa. Fennel in Serie gebaut wurden. Diese neue Entwicklungstendenz führte verzögert auch bei der WBK 1971 mit dem MW50 und danach mit dem MW50a zu flüssigkeitslosen bandgehängten Messsystemen. Konnte man bei den Vorgängermodellen noch das Messverfahren der Beobachtung von Umkehrpunkten mit Bildung des Schulermittels zur Ermittlung der Schwingungsmittellage verwenden, so versuchte man die Nachteile des nun auftretenden Torsionsmomentes des Tragebandes durch neue Messverfahren zu kompensieren. Dies konnte z. B. durch ein gute Vororientierung des Kreisels und/oder durch die so genannte Nachführmethode erreicht werden (SCHWENDENER, 1964, STIER, 1982). Ein völlig neuer Weg wurde dann mit dem MW50a.2 durch das von RYMARCZYK, 1977 beschriebene „Verfahren der stehenden Anzeige im Meridian“ beschritten. Dadurch, dass das Band nunmehr bei Wegfall des Schwimmergehäuses das gesamte Kreiselsystem zu tragen hatte, wurde eine stärkere Auslegung auf höhere Belastung unumgänglich. Somit wird das Bandrichtmoment größer als das Kreiselschwerelosimetermoment, i. d. R. um den Faktor 2-3. Diesen Umstand kann man nun dazu nutzen, dem Kreisel nach einem bestimmten iterativen Prozess die Schwingungsenergie zu entziehen. Somit kommt es dann nach ca. 5 Iterationen zur „stehenden Anzeige“, die bei korrekter Justierung der Bandnulllage der gesuchten Meridianlage entspricht. Dieses Verfahren hat den großen Vorteil, dass bei relativ kurzer Beobachtungszeit ohne Auswertung die Nordrichtung bestimmt werden kann.

Nach guten praktischen Erfahrungen wurde dieses elegante Beobachtungsverfahren dann durch entsprechende konstruktive Auslegungen optimiert und führte 1977 zum Meridianweiser MW77 (Abb. 7). Verbesserter Gleichstromkreiselmotor mit strobos-

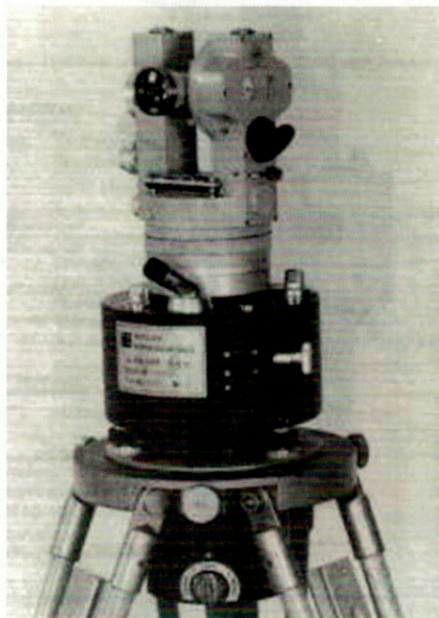
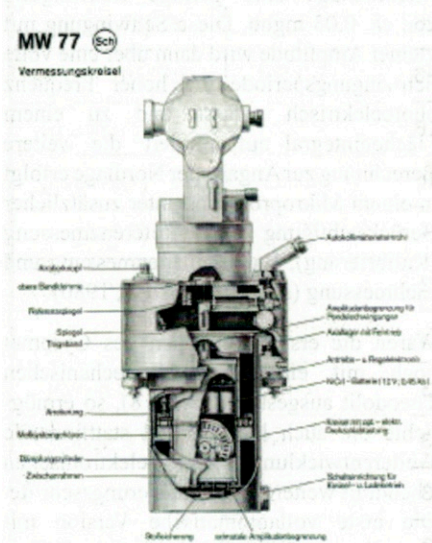


Abb. 7: Der Meridianweiser MW77 in Querschnitt und Ansicht, aus dem Originalprospekt der WBK 1977



kopischer Drehzahlregelung und integrierter Stromversorgung durch aufladbare NiCd-Batterien sowie weiteren technischen Maßnahmen zur Dämpfung von Störeinflüssen ermöglichten einen möglichst glatten Schwingungsverlauf. Durch die starke Ausprägung des Tragbandes lag für eine Breite  $\varphi = 51^\circ$  die Schwingungshalbzeit bei  $T/2 = 85$  sec. Somit konnte in nur 6 min die stehende Anzeige erreicht werden, wobei eine Nordungsgenauigkeit von  $u = 2$  mgon erreicht werden konnte.

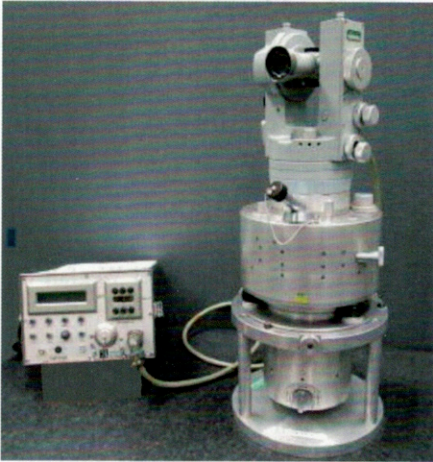


Abb. 8: Gyromat Nr. 101 der UniBwM mit ZEISS Th2 und Elektronikinheit

Diese Messverfahren aber auch die Fortschritte auf dem Gebiet der Elektronik zeichneten für weitere Entwicklungsschritte unumgänglich den Weg zu einer Automatisierung vor. So war es nicht verwunderlich, dass in relativ kurzer Zeit, nämlich bereits 1978, die erste teilautomatisierte Version durch EICHHOLZ U. SCHÄFLER, 1978 vorgestellt werden konnte. Sie wurde abweichend von den vorangegangenen Typenbezeichnungen der MW-Serie „Gyromat“ genannt. Dabei wurde das Messverfahren geringfügig dahingehend verändert, dass die „stehende Anzeige“ beim Iterationsprozess nicht ganz erreicht wird; es verbleibt nahe der Meridianlage eine geringe Schwingung von ca. 0,05 mgon. Diese Schwingung mit kleiner Amplitude wird dann über eine volle Schwingungsperiode mit hoher Frequenz photoelektrisch erfasst und zu einem Flächenintegral aufsummiert; die weitere Berechnung zur Angabe der Nordlage erfolgt in einem Mikroprozessor unter zusätzlicher Berücksichtigung von Referenzmessung (Kalibrierung), Bandnullagenmessung und Eichmessung (s. a. EICHHOLZ, 1980).



Abb. 9: Gyromat 2000 mit elektr. Theodolit Wild T 1600, aus Originalprospekt DMT

Waren die ersten Versionen des Gyromat noch mit einem optisch-mechanischen Theodolit ausgestattet (Abb. 8), so ermöglichte die auch hier parallel stattfindende Weiterentwicklung zum elektronischen Theodolit weitere Automatisierungsschritte. Die erste vollautomatische Version mit Koppelung eines elektronischen Tachymeters erfolgte dann im Jahre 1991 mit dem Gyromat 2000 (Abb. 9).

Hierbei wurde der gesamte Messprozess von der Vororientierung bis zur Anzeige des Azimutes automatisiert, lediglich die Anzielung zum terrestrischen Ziel musste noch manuell durchgeführt werden. Mit einer Genauigkeit von  $\mu = 1\text{mgon}$  und der kurzen Messzeit von nur 9 Minuten (für eine Kreiselmessung) war ohne Zweifel ein Meilenstein in der Entwicklung der Technologie nordsuchender Kreisel erreicht worden. Als Präzisions-Vermessungskreisel gilt er bis heute als Referenz. Es folgten verschiedene Varianten mit unterschiedlicher Adaption von Kreisel und Theodolit z. B. mit der Fa. Sokkia.

Die Weiterentwicklungen von Gyromat 3000 und Gyromat 5000 (s. a. Tab. 1) bezogen sich im wesentliche auf mechanische und elektronische Verbesserungen sowie Verbesserungen des Powermanagements; dem alten, bewährten Messprinzip des Gyromat blieb man jedoch treu.

### 3.2 Entwicklungen bei der Fa. Fennel in Kassel

Die Fa. Otto Fennel GmbH war bereits sehr früh durch die Bereitstellung entsprechender Theodolite in die Entwicklung des Vermessungskreisels involviert. Durch die seit 1955 begonnene Zusammenarbeit mit Prof. Rellensmann, Institut für Markscheidewesen der Bergakademie Clausthal, und der Verwendung von Kleinkreiseln der Fa. Lear Siegler entstanden sehr kompakte und leichte Messsysteme, die alle nach dem Prinzip der reinen Bandhängung aufgebaut waren (STEINHEIL-LEAR SIEGLER AG, 1975). So entstanden schon 1959, wie bereits oben erwähnt, der Kreiseltheodolit KT1 und 1964 in einer verbesserten Version der KT3 (Abb. 10, links).

Als erster Hersteller brachte Fennel 1960 einen Aufsatzkreisel auf den Markt, den Theodolitkreisel TK1; Abbildung 10, rechts, zeigt die weiterentwickelte Version mit zusätzlichem Fernrohr, den TK 4 (Abb. 10, rechts) von 1964. Die Messunsicherheit dieser Instrumente lag bei  $\mu = 20''$  bzw.  $\mu = 30''$ . Leider konnte auch die Fa. O. Fennel dem internationalen Konkurrenzdruck nicht standhalten; so erfolgte 1971 der Zusammenschluss der Firmen O. Fennel GmbH, Optischen Werke C. A. Steinheil Söhne und Lear Siegler GmbH zur Steinheil-Lear Siegler AG mit Sitz in Ismaning/München. Aus dieser Verbindung ging als letzte Entwicklung 1975 der Kreiseltheodolit FMK5 hervor. Er wurde sowohl als zivile als auch als militärische Version hergestellt. Durch die Entwicklung eines speziellen Synchronmotors wurde die Hochlaufzeit auf 30 s reduziert. Mit der kurzen Halbschwingzeit von  $T/2 = 3$  min konnte somit bei einer relativ kurzen Messzeit von 20 min eine Messunsicherheit von  $\mu = 17''$  erreicht werden.

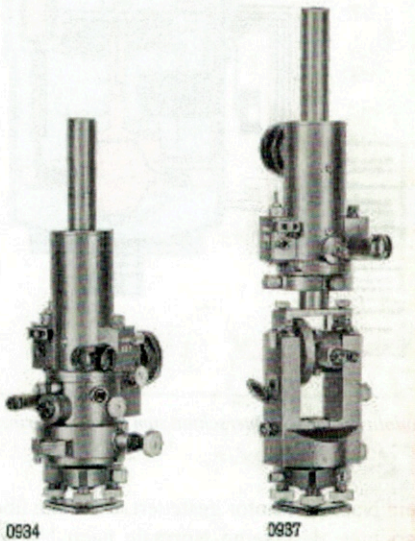


Abb. 10: Kreiseltheodolit KT3 (links) und Theodolitkreisel TK4 (rechts) der Fa. O. Fennel GmbH, aus Fennel Fertigungsprogramm

### 3.3 Entwicklungen bei der Fa. Bodenseewerk Gerätetechnik (BGT) in Überlingen

Standen bei den vorgenannten Entwicklungsinstitutionen im Wesentlichen die zivilen Anwendungen im Vordergrund, so waren die Entwicklungsziele bei BGT vorrangig durch militärische Vorgaben geprägt. Damit war zunächst die höchste Genauigkeit zweitrangig; erste Priorität hatte eine kurze Beobachtungszeit und einfache Handhabung sowie die zuverlässige Funktionstüchtigkeit unter robusten Einsatzbedingungen. Dies führte zu anderen konstruktiven Lösungen, die 1973 in Deutschland erstmals von PÜTZ auch der zivilen Nutzergemeinschaft präsentiert wurden. Der damals vorgestellte Meridiankreisel MK 10 war zwar ein bandgehängtes System, wie die voran beschriebenen Geräte, jedoch im Gegensatz dazu wird die Kreiselerschwingung durch Fesselung an das Gehäuse unterbunden. Die Fesselung erfolgt dabei über einen Drehmomentengeber, dessen Steuerungsstrom in einem Regelkreis so erzeugt wird, dass das durch die Kreiselkräfte und Bandtorsion erzeugte Drehmoment durch ein Gegendrehmoment kompensiert wird; die Kreiselerschwingung wird somit in statu nascendi unterdrückt. Die dabei durch den Drehmomentengeber benötigte Stromstärke ist ein Maß für die gesuchte Nordablage des Kreiselrotors (Abb. 11).

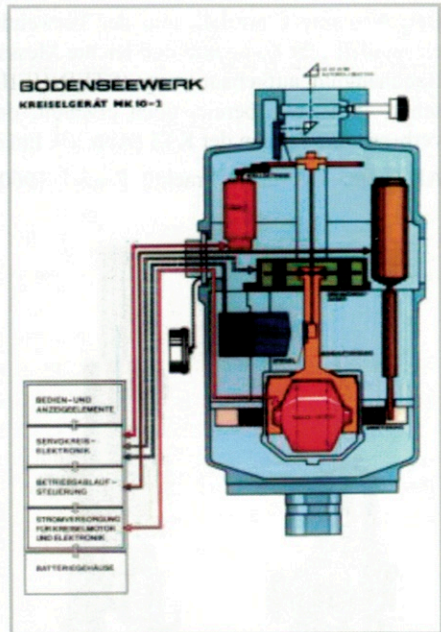


Abb.11: Meridiankreisel MK 10 (BGT) mit Askania Theodolit (links) und Querschnitt zum Funktionsprinzip (rechts), aus Originalprospekt BGT

Diesem Strom entsprechend wird gleichzeitig ein Nachführmotor gesteuert, der dann über ein Getriebe einen kleinen Spiegel derart ausrichtet, dass seine Normale nach Norden zeigt. Die Azimutübertragung auf eine vorgegebene Zielrichtung erfolgt mit Hilfe eines Theodoliten mit Autokollimationssteckzapfen; dabei wird der Strahlengang des optischen Lotes im Steckzapfen durch ein Prisma auf den Spiegel umgelenkt. Hierdurch ist die

festen Zuordnung der Spiegellage zum Teilkreis des Theodoliten möglich. Der Querschnitt in Abbildung 11, rechts, verdeutlicht das Funktionsprinzip, wohingegen links der instrumentelle Aufbau des MK 10 in der zivilen Version mit einem Askania Theodolit dargestellt wird. Das Gerät wurde damals wie folgend spezifiziert: Nordungsgenauigkeit  $u = 1'$ , Messzeit 90 s, Gesamtgewicht 21 kg.

In den nachfolgenden Jahren entstand bei BGT eine Meridiankreiselfamilie unterschiedlicher Genauigkeitsklassen und Anwendungsspektren, die vorrangig im militärischen Bereich eingesetzt wurde. Besonders hiervon ist herauszuheben die vollautomatisierte Version MK 12-4 von 1981, die in Zusammenarbeit mit dem Geodätischen Labor der UniBw München zu einem Präzisions-Vermessungskreis MK 15 weiterentwickelt wurde. Die Genauigkeitssteigerung konnte im Wesentlichen dadurch erreicht werden, dass die analoge Verstelltechnik des Autokollimationsspiegels beim MK 10 durch eine verbesserte digitale Signalverarbeitung ersetzt wurde, wodurch eine Fixierung des Autokollimationsspiegels möglich wurde. Weiterhin wurde der gesamte automatische Messablauf des MK 12 hinsichtlich weiterer systematischer Einflussgrößen wesentlich verbessert. Das Gerät wurde 1987 als Prototyp fertig gestellt und eingehend getestet (HEISTER U. SCHÖDLBAUER, 1990). Demnach konnten folgende Spezifikationen angegeben werden: Messunsicherheit  $u = 1,5$  mgon, Gewicht 15 kg, Messzeit 15 min (6 Einzelmessungen). Abbildung 12 zeigt das von MÜLLER F.-J.,

1991 der internationalen Fachwelt vorgestellte Gerät mit dem elektronischen Theodolit Wild T 1600.

Durch Umstrukturierung der Fa. BGT bzw. Übernahme durch die Diehl-Gruppe, Nürnberg, im Jahre 1989 kam es leider zu keiner Serienfabrikation und weiteren Vermarktung, obwohl das Gerät durch seine militärischen Spezifikationen für den Einsatz unter erschwerten Umweltbedingungen, wie sie z.B. im Tunnelbau oder Rohvortrieb gegeben sind, bestens geeignet gewesen wäre.

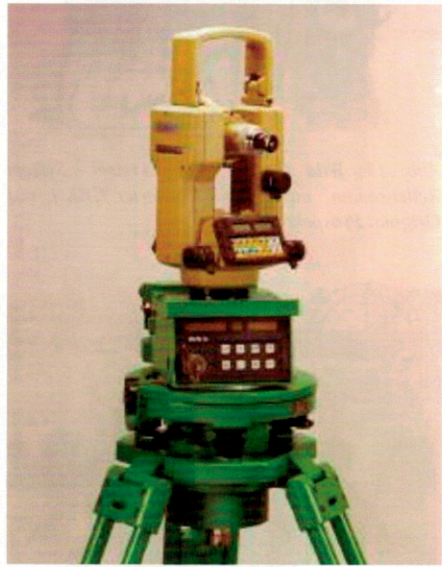


Abb. 12: Meridiankreisel MK 15 (BGT)

#### 4. Die Entwicklungen im Ausland

Wie oben beschrieben, wurden die Verfahren und Instrumente der autonomen Richtungsbestimmung vorrangig nach 1947 durch die intensiven Entwicklungen in Deutschland stimuliert und beeinflusst. Waren diese im Wesentlichen für zivile Einsätze, wie z. B. im Bergbau, konzipiert, so waren die Zielsetzungen im Ausland bis auf wenige Ausnahmen militärisch orientiert. Deshalb sind auch die Informationen hierüber wesentlich schwieriger zugänglich.

Nachfolgend wird länderspezifisch ein kurzer Abriss der bekannt gewordenen Entwicklungen über Vermessungskreisele skizziert, wobei keine Vollständigkeit angestrebt werden konnte.

## 4.1 Schweiz

In der Schweiz wurde die Geräteentwicklungen im Wesentlichen durch die Fa. Wild, Heerbrugg geprägt. Hierbei kam es zu keinen direkten Neuentwicklungen, sondern zur Übernahme bzw. Adaptionen von bestehenden Systemen. Gleichwohl ist es erwähnenswert, welche Instrumententypen zum Einsatz kamen, da Wild, später Leica Geosystems, international den Markt von Vermessungsgeräten wesentlich mitbestimmt.

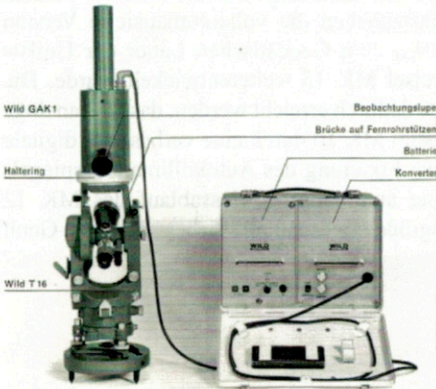


Abb. 13: Wild GAK 1 Aufsatzkreisel „System Rellensmann“ auf T16 mit Konverter GEL 1, aus Original Prospekt VIII.64

Weite Verbreitung sowohl im europäischen als auch außereuropäischen Ausland (WILLAMS, 1979) erlangte dadurch der Wild GAK 1, ein Aufsatzkreisel nach dem „System Rellensmann“ (Abb. 13). Er wurde 1964 der Öffentlichkeit vorgestellt (SCHWENDENER, 1964) und konnte damals bei einer Beobachtungszeit von ca. 20 min. mit einer Genauigkeit von  $u = 30''$  spezifiziert werden. Der Aufsatzkreisel selbst hatte ein Gewicht von 1,8 kg, die gesamte Messausrüstung wog 18,3 kg.

Für militärische Applikationen entwickelte Wild bereits 1960 den ARK 1, ein ähnlicher Kreiseltheodolit wie der Fennel KT3. Bereits 1979 wurden aber auch Systeme von BGT adaptiert und ergaben mit dem Kleintheodolit Wild G2K das automatische Kreiselsystem GG1 (Abb. 14), mit einer vergleichbaren Genauigkeit wie der MK 10. Kurzfristig wurde auch von Leica 1996 ein Kreiselmesssystem angeboten, dass die Systeme MK 12/MK 15 mit einer Tachymeterstation verband.

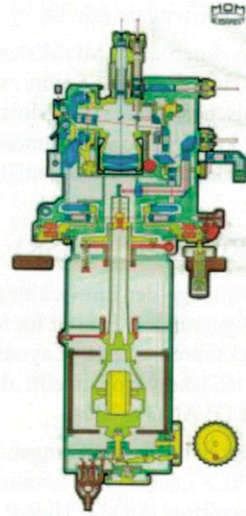


Leider wurden dann nach verschiedenen Umstrukturierungen der Firma alle Aktivitäten auf dem Gebiet der Kreiseltechnologie eingestellt. Heute werden die alten Systeme von Wild u. a. von der Fa. GeoMesssTechnik Heger, Neubrandenburg gewartet, generalüberholt und als neuwertig vertrieben.

Abb. 14: Automatisches Kreiselsystem Wild GG1, aus Original-Prospekt IX.78

## 4.2 Ungarn

Vor allem waren es die Magyar Optikai Művek (MOM) (Ungarischen Optischen Werke), Budapest, die nach dem 2. Weltkrieg umfangreiche Entwicklungen und auch Produktionen auf dem Gebiet der Vermessungskreisel durchgeführt haben. Diese waren sowohl für



zivile als auch auf militärische Verwendungen konzipiert. Es wurden vorrangig klassische, bandgehängte Systeme gefertigt, wie sie bereits in Clausthal erprobt worden waren. Erste große Bedeutung erlangte 1961 der Kreiselmesssystem aus

Abb. 15: Kreiselmesssystem aus Original-Prospekt

der Kreiselmesssystem aus. Die Konstruktion zeichnete sich durch eine enge Integration von Theodolit und Kreiseleinheit betrug 19,7 kg, die gesamte Messausrüstung 54,2 kg. Aufbauend auf diesem System verfolgten die weiteren Entwicklungen zunächst eine Automatisierung der Bestimmung der Schwingungsmittellage durch den Einsatz von Photodioden. Einen Überblick hierüber gibt die Arbeit von HALMOS, 1977. Später wurde auch ein Präzisions-Kreisel mit automatischer Nachführung vorgestellt, der Gi-B23 (1978). Er erreichte in einer Beobachtungszeit von ca. 45 min eine Messunsicherheit von  $u = 5''$  (1,5 mgon), das Nachfolgemodell Gi-B31 in ca. 40 min sogar  $u = 3''$ .

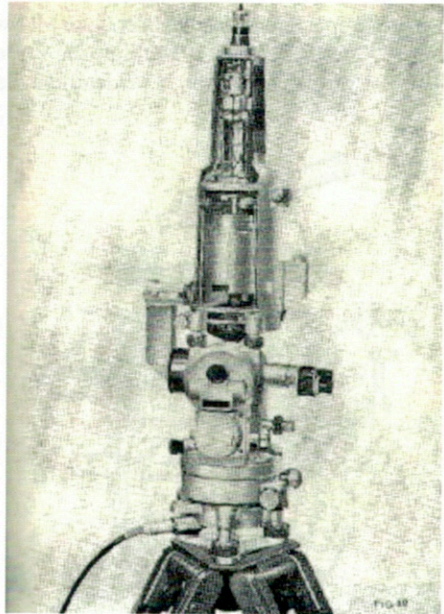


Abb. 16: Theodolitkreisel MOM Gi-C2, HALMOS

Neben diesen kompakten Vermessungskreiseln hat MOM auch eine Serie von Aufsatzkreisel entwickelt, z. B. 1965 den Gi-C2, die auf die entsprechenden Theodolite von MOM

adaptiert waren (Abb. 16). Die Genauigkeit wurde mit  $u = 20''$  spezifiziert, das Gewicht der Kreiseinheit mit 4,8 kg.

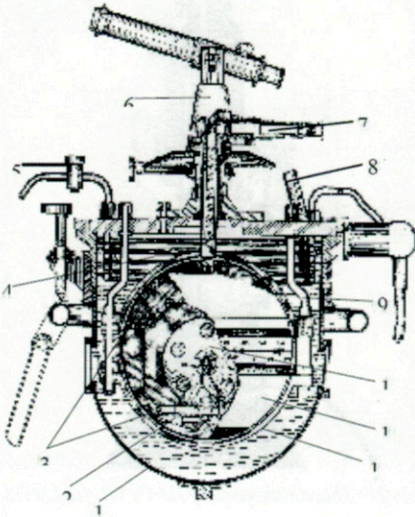
Leider blieb auch MOM durch den politischen Zusammenbruch des Ostens Ende 1989 nicht unverschont. Somit wurde Anfang 1990 die Entwicklung und Fertigung von klassischen Vermessungsinstrumenten und damit auch Vermessungskreisel eingestellt. Eine kurzfristige Zusammenarbeit mit VNIMI (Kap. 4.3) führte noch zu einer letzten Entwicklung, dem automatisierten System MVG-1.

### 4.3 Russland (UDSSR)

Die Anfänge der Entwicklungsarbeiten von Vermessungskreisel lassen sich auf das 1932-1935 gegründete Institut für Markscheidewesen (VNIMI) in Sankt Petersburg (Leningrad) zurückführen. Erste Layouts für Kreiselkompassse wurden 1936-1937 von Becky und Rudakow vorgestellt; die praktischen Tests dieser Geräte sind jedoch gescheitert (GOLOVANOVA, 2004).

Erfolgreiche Entwicklungen begannen erst nach dem 2. Weltkrieg in Zusammenarbeit von Spezialisten des Leningrader Instituts für Feinmechanik und Optik (LITMO) mit Deutschland (DDR). Hierzu schreibt STIER, 1959, dass von der Fa. Otto Fennel KG, Kassel Geräte vom Typ MW 3 nachgebaut und an das Institut für Markscheidewesen in Freiberg (Sachsen) geliefert wurden. Weiterhin heißt es: " Im übrigen sind nach wie vor vergleichbare Arbeiten nur noch aus Sowjetrußland bekannt, aus denen hervorgeht, dass man sich unseren Lösungen insoweit stark angenähert hat, ... "

Das erste operable Instrument der Gyro M-1 wurde durch ein Team von LITMO und VNIMI um 1950 fertig gestellt, 1954 folgte die verbesserte Version Gyro M-3 bzw. MUG 2 (Abb. 17). Ein Vergleich mit Abb. 5 verdeutlicht die konstruktive Ähnlichkeit. Der Einsatz dieser



Geräte erfolgte von 1952-1957 vorrangig im Bergbau. In Tabelle 2 wurden nach GOLOVANOVA, 2004 die Spezifikationen der wichtigsten Instrumente zusammengestellt, wobei ab 1957 vorrangig bandgehängte Systeme (MB1) entwickelt wurden. Dabei erreichte der Instrumententyp MVT2 (Abb. 18), ein System mit automatischer Nachführung unter Ausnutzung des Prinzips der Gleichgewichtslage von Kreisel und Präzisionsmoment, die größte Verbreitung in Russland.

Wie bereits oben erwähnt, fand in einer letzten Kooperation zwischen VNIMI mit MOM 1991 die Entwicklung eines automatisierten Systems statt, dass aufbauend auf dem System MTV 2 in 15 min eine Genauigkeit von  $u = 30''$  erreichte. Das System, adaptiert mit einem MOM Theodolit TeE6, ist in Abbildung 19 dargestellt (s. a. Tab. 2).

Abb. 17: Vermessungskreisel MUG 2 (UDSSR) (Гирокомпас МУТ-2), aus GOLOVANOVA, 2004

Abb. 19: Gyro-Theodolit MVG1 in Kooperation von VNIMI und MOM, aus Original-Prospekt

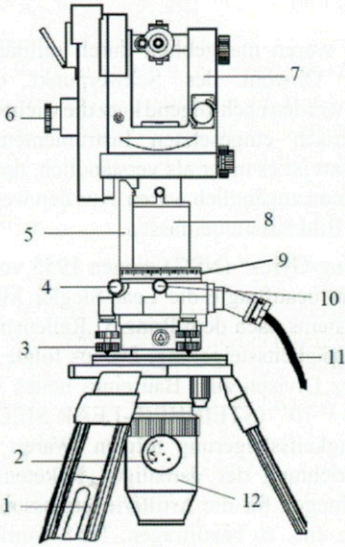
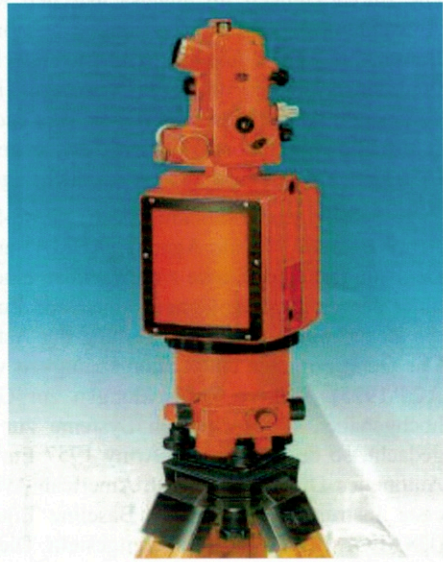


Abb. 18: Vermessungskreisels MVT 2 (UDSSR) (Гирокомпас MBT2), aus GOLOVANOV, 2004

Typenbezeichnung	Jahr	Gewicht [kg]	Schwingzeit T [min]	Beobachtungszeit	Standard-Unsicherheit u
MUG-2	1953	32 (250)	29	4-4,5 Std.	1'30''
M-3	1954	65 (500)	30	3-5 Std	1'15''
MG	1956	10 (30)	18	1 Std.	2''
MB1	1957	26 (166)	15	1 Std.	45''
MB2	1963	(175)	15	1 Std.	35''
MVT2	1965-1967	9,5 (33)	6	22 min.	30''
MVT4	-	12 (28)	-	20 min.	30''
MVB4	-	8 (19)	-	15 min.	90''
Meridian-1	1985(?)	-	-	-	-)
MVG-1*)	1991	9 (25kg)	2,9	15 min.	30''

Tab. 2: Entwicklungen der Vermessungskreisels in der UDSSR bei VNIMI und LITMO, aus GOLOVANOV, 2004  
\*) In Zusammenarbeit mit MOM



## 4.4 USA und UK

Die Entwicklungen im angelsächsischen Raum waren maßgeblich durch militärische Anwendungen und Zielsetzungen bestimmt. Obwohl der Schwerpunkt dieses Entwicklungsüberblicks auf zivile Anwender liegt, werden nachfolgend kurz die wichtigsten Funktionsprinzipien und die vorrangig militärisch eingesetzten Instrumententypen vorgestellt. Wegen dieser speziellen Verwendungsart ist es mehr als verständlich, dass die Information hierüber spärlich und Testszenarien kaum zugänglich waren. Aus den wenigen Informationen lässt sich jedoch das nachfolgende Bild zusammenfassen.

Erste Schritte zur Entwicklung von „North-Seeking-Gyros“ (NSG) gingen 1955 von der Army Ballistic Missile Agency (ABMA) aus. Sie beauftragte die Lear Siegler Munich Division mit einer Studie zum Nachbau eines Systems nach dem Prinzip „Rellensmann“ unter der Vorgabe der Genauigkeits- und Zuverlässigkeitssteigerung. Daraus folgte 1958 die Beauftragung unter der Leitung der Astronics Division zum Bau eines neuen NSG. Das Gerät erreichte eine Laborgenauigkeit von  $u = 10''$  (STEINHEIL-LEAR SIEGLER AG, 1975). Weitere Entwicklungen zur Genauigkeitssteigerung folgten. Waren diese hochgenauen nordsuchenden Systeme zur Ausrichtung der damaligen Raketenbasen gedacht, so begann die US Army 1957 Entwicklungen für die Artilleriesvermessung bei Autonetics Division of North American Aviation, Inc. zu beauftragen. 1958 wurde das erste Instrument, Autonetics Baseline Equipment ABLE (Abb. 20), für Testzwecke (USAE GIMRADA, 1963) bereitgestellt. Die Produktion begann nach erfolgreichen Tests 1962.

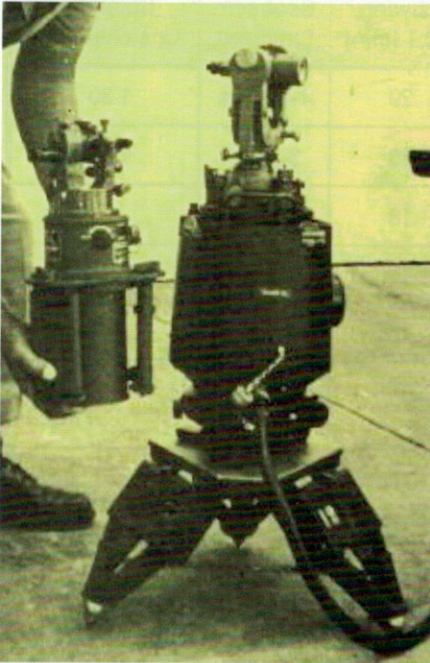


Abb. 20: „North-Seeking-Gyro“ ABLE von Autonetics Division, USA, aus STEINHEIL-LEAR SIEGLER AG, 1975

Das Messprinzip von ABLE war u. a. auch geprägt durch die Forderung nach kurzer Messzeit. Hieraus wurde in den USA und Großbritannien das Prinzip der Rate-Kreisel entwickelt. Ähnlich wie bei den Meridankreisel von BGT wird dabei der Kreiselmotor mechanisch zum Instrumentengehäuse gefesselt. Aus dem Präzessionsbestreben des Kreisels kann dann an einem Anzeigeelement qualitativ die Nordablage abgelesen werden. Darauf wird das Instrument manuell so lange verdreht, bis die Anzeige auf „Null“ steht, also kein Präzessionsmoment mehr anliegt; die Kreiselachse steht dann im Meridian. Die Weiterentwicklungen durch Lear Siegler, Inc., Astronics Division galten der Automatisierung, Genauigkeitssteigerung und Miniaturisierung. Die wesentlichen Gerätetypen und Spezifikationen sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Das genaueste Kreiselmesssystem war dabei die ALINE, Automatic Lightweight Inertial Northfinding Equipment, die bei unterschiedlichen Messmodi eine Standardunsicherheit von bis zu

$u = 2$  mgon erreichte und auch auf dem zivilen Markt angeboten wurde. Die militärische Version trug die Bezeichnung SIAGLE (Survey Instrument, Azimuth Gyro, Lightweight Equipment).

Ähnliche Entwicklungen nach dem vergleichbaren Funktionsprinzip fanden auch in England statt. Unter dem Namen PIM, Precise Indication of the Meridian, wurde von der English Electric Aviation, später Teil der British Aircraft Corporation, 1960 der erste Prototyp vorgestellt (THOMAS, 1965). Spätere, verbesserte Versionen dieses Typs erreichten eine Standardunsicherheit von ca.  $u = 20''$  bei eine Gesamtmesszeit von 55 min, das Gewicht der Ausrüstung betrug 60 kg.

Typenbezeichnung	Jahr	Gewicht [kg]	Hochlaufen	Beobachtungszeit	Standardunsicherheit $u$
ABLE	1958	20 (45)	12 min	20 min	30''
LNSG	1960-63	15	5 min	15	50''
ALINE / SIAGLE	1972	7,2 (19)	2	3	60''
				7	35''
				14	16''
				18	7''
FRALINE	1974	6,4 (20)	3	7 (3)	30'' (50'')

Tab.3: Entwicklung der Vermessungskreisel in den USA bei Autonetics Division of Rockwell Intern. und Lear Siegler, Inc. Astronics Division

#### 4.5 Japan und China

In Japan hat im wesentlichen Sokkia die Entwicklungen geodätischer Vermessungskreisel vorangetrieben, wobei zunächst in Kooperation mit der DMT, Bochum der Gyromat mit entsprechenden Theodoliteinheiten kombiniert wurde. Unter der Typenbezeichnung AGP 1 wurde die Totalstation SET3BII adaptiert. Hierbei wurde keine feste Verbindung zwischen Kreisel und Theodoliteinheit angestrebt, vielmehr wurde die Zuordnung über Autokollimation hergestellt. Dies hat Vorteile bezüglich Kalibrierwertstabilität und Transport.

Ansonsten entsprechen die Spezifikationen in etwa denen des Gyromat 2000. Weiter wurden auch Systeme nach dem Prinzip „Rellensmann“ in das Vertriebsprogramm aufgenommen.

Heute bietet Sokkia Corp., Tokyo einen automatischen Aufsatzkreisel an, der mit dem elektronischen Tachymeter SX-101P die „Automated Gyro Station GYRO X II“ (Abb. 21) bildet. Sie dürfte die z. Zt. genaueste Gerätekombination (Theodolitkreisel) dieser Art sein. In 19 min Beobachtungszeit wird eine Standardabweichung von  $s = 15''$  erreicht. Das Aufsatzgerät wiegt 4,0 kg, die gesamte Ausrüstung 13,3 kg.

Über Geräteentwicklungen in China gibt es nur spärliche Informationen. Sicherlich wird es auch in der Vergangenheit Bestrebungen hierzu gegeben haben, über die aber kaum berichtet wurde. Bemerkenswert sind vor allem in letzter Zeit zwei Entwicklungen, die beide in ihrem äußeren Erscheinungsbild dem Gyromat sehr ähnlich sind. Die eine entstammt der

Beijing Bofei Instrument Co., Ltd. (BOIF), dem in China führenden Hersteller geodätischer Instrumente. Dabei ist zunächst die „Automated Gyro Scope Total Station GTS-1“ zu nennen, die, ähnlich dem Gyromat 2000, bei unterschiedlichen Beobachtungszeiten für verschiedene Genauigkeiten spezifiziert wird. Die höchste Genauigkeit wird in 15 min mit  $u = 15''$  erreicht. Das Gewicht des Kreisels ist mit  $< 17$  kg. angegeben. Eine weitere Entwicklung von Vermessungskreiseln wurde vom Beijing Institute of Space Technology, CAS, Beijing durchgeführt. Die Serie BTJ ist ebenfalls voll automatisiert und stellt nach Genauigkeitsklassen getrennt unterschiedliche Instrumententypen bereit. Das genaueste Instrument ist die „Gyro-Station BTJ-5“, die in 12 min eine Azimutgenauigkeit von  $u = 5''$  erreicht. Abbildung 22 zeigt diesen Vermessungskreisels mit der Totalstation Leica TS06; das Gesamtgewicht wird mit ca. 20 kg angegeben.

Abb. 21: Sokkia Automated Gyro Station GYRO XII



Abb. 22: Automatische Gyro Station BTJ-5vom Beijing Institute of Space Technology, CAS

## 5. Zusammenfassende Bewertung

Die Entwicklung des Vermessungskreisels blickt nunmehr auf einen 100-jährigen Verlauf zurück, der ohne Zweifel seinen Ursprung in Deutschland fand. In diesem Beitrag wird versucht, einen Überblick über diesen Entwicklungszeitraum zu geben, wobei nicht nur die nationalen, vielmehr auch internationalen Schwerpunkte auf diesem speziellen instrumentellen Sektor aufgezeigt wurden. Generell sind zwei Entwicklungstendenzen zu unterscheiden: Die erste entstammt dem Anwendungsgebiet des Bergbaus, die zweite ist eindeutig auf militärische Einsatzszenarien ausgerichtet. Somit sind auch die zur Verfügung stehenden Informationen unterschiedlich ausführlich verfügbar.

Die Anfänge zu Beginn des 20. Jahrhunderts unter Anschütz-Kämpfe und Schuler wurden zwar mit vollem Engagement angegangen, waren jedoch nicht immer von Erfolg begleitet. So kam es um 1929 bei der Fa. Anschütz & Co. zur Aufgabe der Entwicklungen am Vermessungskreisel. Erst nach dem 2. Weltkrieg wurde vor allem unter Rellensman, Institut für Markscheidewesen, Clausthal und von der WBK unter Stier ein Neubeginn mit großer fachlicher Kompetenz eingeleitet. Es folgten in Bochum und Clausthal Jahre intensiver Entwicklungen und Erprobungen, die in den siebziger Jahren durch den automatisierten Präzisions-Vermessungskreisel Gyromat gekrönt wurden. Während der Entwicklungszeit wird in der ausländischen Literatur immer wieder auf die Erfolge, Mess- und Konstruktionsprinzipien der WBK, Bochum und des Instituts für Markscheidewesen, Clausthal verwiesen, das vor allem die bandgehängten Kreiselsysteme intensiv fortentwickelte. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass international zunächst viele konstruktive Nachahmungen entstanden.

Neue Impulse kamen schließlich aus Amerika, wo die militärische Applikation eindeutig im Vordergrund stand. Dabei war zunächst nicht die höchste erreichbare Genauigkeit das oberste Ziel, sondern Schnelligkeit, Zuverlässigkeit und einfache Handhabung. Aus diesen Forderungen entstanden die Rate-Kreisel, die nicht mehr auf die Beobachtung/Erfassung der vollen Kreiselschwingung angewiesen waren. Dieses Funktionsprinzip wurde auch in Deutschland durch das Bodenseewerk (BGT) aufgegriffen und führte zu einer Kreiselserie unterschiedlicher Genauigkeiten bis hin zu einem Präzisions-Vermessungskreisel.

Heute obliegt die Herstellung und Fortentwicklung von Vermessungskreiseln nur noch wenigen Herstellern, da die unabhängige Orientierungsbestimmung mittels nordsuchender Kreisel durch GNSS speziell im militärischen Bereich an Bedeutung verloren hat. Dennoch ist dieses Messverfahren im Bergbau aber auch für viele zivile Messaufgaben wie sie heute z. B. bei allen großen Tunnelbauprojekten anstehen, unverzichtbar.

Dieser Beitrag bezog sich in seinen Ausführungen nur auf die Darstellung instrumentelle Funktionsprinzipien und Entwicklungen, wobei auch noch mal die Einschränkung auf Vollständigkeit betont werden muss. Sicherlich wäre eine ausführliche Darstellung zur Entwicklung der Theorien und Techniken zu Erfassung der Schwingungsmittellage wünschenswert gewesen, da sie ohne Zweifel die instrumentellen Ausführungen stark beeinflusst hat; dies hätte jedoch den Rahmen dieser Arbeit zu sehr ausgeweitet.

#### Quellen:

EICHHOLZ, K. U. SCHÄFLER, R.: Gyromat, ein automatischer Vermessungskreisel hoher Genauigkeit und kurzer Messzeit. Mitteilungen aus dem Markscheidewesen, 1978, S. 282-293

EICHHOLZ, K.: Anforderungen an einen Sekundenkreisel und praktische Ergebnisse, dargestellt am Beispiel des Vermessungskreisels „Gyromat“. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 1980, S. 117-129

- ГОЛОВАНОВ, В.А.: ГИРОСКОПИЧЕСКОЕ ОРИЕНТИРОВАНИЕ. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, 2004  
*oder:*
- GOLOVANOV, V.A.: Gyroskopische Orientierung. Vorlesungsmanuskript, Staatliche Bildungseinrichtung der höheren beruflichen Bildung „State Mining Institute (Technische Universität), St. Petersburg, 2004
- GELFERT, J.: Der Kreisel und seine Anwendungen. Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technische Bücherei, Band 15, Verlag Otto Salle, Berlin, 1927
- HALMOS, F.: Theoretical and practical problems of the use of gyrotheodolites in geodesy. Dissertation 1970-1971. Communications of the Geodetic and Geophysical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Sopron, 1977
- HEISTER, H. U. SCHÖDLBAUER, A.: Comparison of Automated Gyrotheodolites. Proceedings
- FIG XIX International Congress, Helsinki, 1990, S. 508.2/1-508.2/9
- KLEIN, F. U. SOMMERFELD, A.: Über die Theorie des Kreisels. Heft IV: Die technischen Anwendungen der Kreiseltheorie. Für den Druck ergänzt und bearbeitet von F. Noehter. Verlag B. G. Teubner, Leipzig, 1910, S. 845 ff
- MÜLLER, F.-J.: High Precision Meridian Gyro MK 15. Proceedings VIII Congress of the International Society for Mine Surveying (IMS), Lexington, Kentucky, 1991, S. 497-500
- LEAR-SIEGLER, INC: Proposal for the modular multi-mission ALINE. Proposal Nr. AD-985, Santa Monica Calif., 1974
- VON MACKENSEN, L.: Feinmechanik aus Kassel, 225 Jahre F. W. Breithaupt & Sohn, Festschrift und Ausstellungsbegleiter, Georg Wenderoth Verlag, Kassel, 1987
- PÜTZ, M: Ein automatischer Meridiankreisler mit kurzer Messzeit. Internationales Symposium über Vermessungskreisler, Bonn, 1973
- RYMARCZYK, H.: Ermittlung der Gleichgewichtslage der Kreiselachse durch Wiekung eines Gegenmomentes. Mitteilungen aus dem Markscheidewesen, 1977 S. 5-12
- USAEGIMRADA: Engineering Test Report; Leightweight Gyro Azimuth Theodolite. Report No. 11-TR. Geodesy, Intelligence and Mapping Research and Development Agency, Fort Belvoir, Virginia, 1963
- SHELL B.: 100 Jahre Anschütz Kreiselkompass – 100 Jahre Innovation für Nautik. Raytheon, Press Release, 2005
- SCHMITDT, G.: Maximilian Schuler – Konstrukteur de ersten Vermessungskreisels. Das Markscheidewesen, Jg. 89, 1982, S. 65-69
- SCHULTE, G.: Bericht über die 15. Hauptversammlung des Deutschen Markscheider-Vereins. In: GLÜCHAUF, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift, Nr. 46, 1926, S. 1528-1530
- SCHWENDENER, H. R.: Beobachtungsmethoden für Aufsatzkreisler. Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, 1964, S. 1-11

- THOMAS, T. L.: Precision Indication of the Meridian. The Chartered Surveyor, March 1965, S. 1- 9
- STEINHEIL-LEAR SIEGLER AG: Kreiseltheodolit FMK-5, Kurzinformation, 1975
- STIER, K. H.: Über Tätigkeiten und Ergebnisse der Arbeiten der Kreiselmeßstelle, Abteilung Markscheidewesen der Westfälischen Berggewerkschaftskasse. Mitteilungen der Westfälischen Berggewerkschaftskasse, Heft 16, 1959
- STIER, K. H. U. SCHMIDT, G.: Zwei Jahrzehnte Erfahrungen im Einsatz von Vermessungskreisel. Allgemeine Vermessungsnachrichten (AVN), 1971, S. 78-91
- STIER, K. H.: Der Einfluß des Kreiselantriebs auf die Entwicklung des Meridianweisers. Allgemeine Vermessungsnachrichten (AVN), 1980, S. 112-117
- STIER, K. H.: Messverfahren des Vermessungskreisels „Meridianweiser“ im Laufe seiner Weiterentwicklung in drei Jahrzehnten. (AVN), 1982, S. 129-139
- STRASSER, G. J. U. SCHWENDENER, H.R.: A North-seeking Gyro Attachment for the Theodolite. Bulletin Géodésique, 1966, S. 23-38,
- WILLAMS, H. S.: Results of Geodetic Accuracy Tests with the Standard GAK1 Gyrotheodolite. Proceedings of FIG Commission 6E, Aachen, 1979

## Autoren:

### Prof. Dr.-Ing. Klaus Schnädelbach

Jahrgang 1934

Nach dem Studium des Vermessungswesens an der TH Karlsruhe und der Referendarzeit im Land Rheinland-Pfalz, von 1962 bis 1971 Assistent und Akademischer Rat am Geodätischen Institut der TH Karlsruhe mit Promotion bzw. Habilitation zu Themen der Geodätischen Astronomie bzw. zu großräumigen Positionsverfahren auf der Erde.

1971 Leiter der ersten Abteilung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München. Von 1974 bis 2000 Inhaber des Lehrstuhl für Geodäsie und Direktor des Geodätischen Instituts an der TU München. Lehr- und Forschungsgebiete: Landesvermessung, Vermessungskunde mit Ingenieurvermessung. Seit 1975 Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, von 1987 bis 1996 deren Ständiger Sekretär.

1989 bis zu seiner Eröffnung 1993 Vorsitzender eines Beirats des Deutschen Museums München für die Einrichtung einer Ständigen Abteilung „Geodäsie“. Von 1990 bis 2002 Mitglied im Kuratorium dieses Museums. 1994 Oskar-von-Miller-Medaille in Gold des Deutschen Museums München.

Seit 2000 Mitwirkung an großen archäologischen Projekten in Syrien und Rom.

### Dr. Hans-Friedrich Breithaupt

Jahrgang 1975

Dr. Hans-Friedrich Breithaupt (\*07. August 1975 in Kassel) ist geschäftsführender Gesellschafter bei F. W. Breithaupt & Sohn GmbH & Co. KG in Kassel. Nach dem Studium der Betriebswirtschaft und Promotion an der Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt war er zunächst in einer Unternehmensberatung tätig. 2006 wurde er Mitglied der Geschäftsführung der Firma F. W. Breithaupt & Sohn. In achter Generation übernahm er die Leitung des Traditionsunternehmens und wurde 2009 in den Gesellschafterkreis aufgenommen. Neben der Pflege des Serienprogramms hat er schwerpunktmäßig das projektorientierte Geschäft für mechatronische und optoelektronische Baugruppen und Instrumente zur Winkel-, Lage-, und Entfernungsmessung ausgebaut. In Tradition der Firmenleitung ist er vielfältig ehrenamtlich engagiert, unter anderem im Vorstand von Hessenmetall Bezirksgruppe Nordhessen und in Arbeitskreisen von Spectaris e.V., Berlin.

### Dr.-Ing. Dierk Hobbie

Jahrgang 1943

Dierk Hobbie studierte von 1962 bis 1967 Vermessungswesen an der Technischen Universität Hannover. Von April 1968 bis Februar 1982 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter

im Entwicklungslabor Photogrammetrie bei Carl Zeiss in Oberkochen, wo er vor allem die Projekte zu den analytischen Auswertegeräten leitete. Während dieser Berufstätigkeit promovierte er im Juni 1973 an der Universität Stuttgart. Im März 1982 übernahm er die Entwicklungsleitung Photogrammetrie, ab Dezember 1986 die Produktbereichsleitung Photogrammetrie und damit die gesamte technische Verantwortung für diese Instrumente. Von Oktober 1991 bis November 1995 leitete er den Geschäftsbereich Vermessung und trug damit die gesamte Geschäftsverantwortung der drei Produktbereiche Geodäsie, Photogrammetrie und Luftaufklärung. In diese Zeit fiel auch die Zusammenführung der entsprechenden Bereiche von Zeiss in Jena und Oberkochen. Nach Konzentration der Geodäsie in Jena übernahm er den in Oberkochen zusammengeführten Geschäftsbereich Photogrammetrie. Ab März 1998 bis zum Ruhestand in 2003 übernahm er die Leitung des Vorstandsbüros der gesamten Carl Zeiss Gruppe. Nachdem er bereits ab 1989 an der TU Hannover Vorlesungen gehalten hatte, wurde er dort 1998 zum Honorarprofessor ernannt.

Anschrift: Fliederweg 7, 89551 Königsbronn

dierk@hobbie.de

## Prof. Dr.-Ing. Hilmar Ingensand

Jahrgang 1947

Hilmar Ingensand studierte Geodäsie der Universität Bonn. Dem anschliessenden 3-monatigen Studienaufenthalt in den USA folgte eine 2-jährige Referendarzeit mit zweitem Staatsexamen sowie eine 6-jährige Assistenzzeit mit Promotion über die Entwicklung elektronischer Neigungsmesser am Geodätischen Institut der Universität Bonn. Nach mehrjähriger Tätigkeit als Entwicklungsingenieur bei der Leica Heerbrugg AG, vormals Wild Heerbrugg AG, übernahm er 1989 die Leitung der Abteilung Grundlagen und Applikationen. Im Jahr 1993 wurde er zum ordentlichen Professor für Geodätische Messtechnik und Ingenieurgeodäsie an die ETH Zürich gewählt. Schwerpunkte seiner Forschung waren geodätische Monitoring Systeme, hochgenaues statisches und kinematisches Laserscanning, Range Imaging, Kalibrierung geodätischer Instrumente und Dispersometrie. Er war im AlpTransit Projekt als Experte involviert und beschäftigte sich in den letzten Jahren auch mit Indoorpositioning, Baumaschinensteuerung und Unmanned Aerial Vehicles und richtete internationale Konferenzen in den vorgenannten Gebieten aus. Er war Gastdozent an mehreren Universitäten und erhielt die Ehrenprofessuren der University von Wuhan sowie der Three Gorges Universität von Yichang.

Er ist Mitglied Schweiz. Geodätische Kommission; Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie, Bildanalyse und Fernerkundung; Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften; Schweiz. Kommission für Geodäsie; International Federation of Surveyors, Kommission 5; Deutsche Geodätische Kommission (korr. Mitglied).

Seit Februar 2013 ist Hilmar Ingensand emeritiert.

Anschrift: Jägerweg 7, CH-9435 Heerbrugg

ingensand@geod.baug.ethz.ch



## Prof. Dr.-Ing. habil. Hansbert Heister

Jahrgang 1944

Hansbert Heister studierte von 1964 bis 1969 Geodäsie an der Universität Bonn. Danach begann er seine berufliche Tätigkeit als Wissenschaftlicher Assistent am Geodätischen Institut der TU München, damaliger Direktor Prof. Dr. Dr. h. c. mult. M. Kneißl, wo er 1975 promovierte. In Jahre 1974 wechselte er an die Hochschule der Bundeswehr München und wurde dort mit dem Aufbau und der Leitung des Geodätischen Labors betraut. Nach seiner Habilitation im Jahre 1987 erfolgte 1992 die Ernennung zum apl. Professor für Geodätische Messtechnik.

Seine Arbeitsschwerpunkte waren instrumentelle Entwicklungen und Automatisierung von Kalibrierverfahren geodätischer Instrumente; zahlreiche ingenieurgeodätische Tätigkeiten sowie Gastvorlesungen im In- und Ausland. Seit 2009 befindet er sich im Ruhestand.

Anschrift: Lena-Christ-Str. 15, 85579 Neubiberg